

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Calidad atmosférica del Parque Nacional Cerros de Amotape (Zona Sur)
mediante el uso de líquenes epífitos

TESIS

Para optar el título de:

Biólogo

Ana Josefina Vargas Celi

Piura – Perú

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACION N° 005-2013-FC-UNP

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada " **CALIDAD ATMOSFÉRICA DEL PARQUE NACIONAL CERROS DE AMOTAPE (ZONA SUR) MEDIANTE EL USO DE LIQUENES EPÍFITOS** ", presentado por la señorita Bachiller **ANA JOSEFINA VARGAS CELI**, oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, la declaran:

APROBADA (X)

DESAPROBADA ()

Con la mención de :

MUY BUENO

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**.

() En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**; después que la sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 07 de enero de 2013.

Dr. ROBERTO MENDOZA RENDÓN
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

Big. RONALD WILMER MARCIAL RAMOS
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS

Big. LUIS PANAUQUÉ TORRES
VOCAL DE JURADO DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

A Dios por agarrar de mi mano y colocar en mi camino el apoyo desinteresado de muchas personas.

A mis asesores Dr. Manuel Charcape Ravelo y Blgo. Ángel Ramírez que fueron mis bastones durante todo el proceso, gracias por sus comentarios, consejos y palabras de ánimos para lograr culminar con éxito esta tesis.

A los profesores del laboratorio de Dicotiledóneas del museo de San Marcos Drs. Isabel Torres, Asunción Cano y a varios amigos y amigas por acogerme como en casa durante mi proceso de aprendizaje. A los liquenólogos Eimy Rivas Plata, Robert Lücking y Pamela Rodríguez por su apoyo en las determinaciones, comentarios, asesorías y en muchas ocasiones por sus palabras de aliento y buenos ánimos. A mis profesores, Blgo. Jaime Fernández y Blga. Claudia Ruíz que atendieron amablemente mis pedidos y que con su guía, a veces sin saberlo, ayudaron de gran medida en el presente trabajo.

Al aporte otorgado por Ing. Pedro Vásquez de la jefatura del Club de Caza Pesca y Turismo y a los biólogos Alexander More y Mónica Alzamora de la organización Naturaleza y Cultura Internacional por ellos se lograron cubrir otras metas del presente proyecto. A la familia Ordinola Delgado, a los guardaparques del sector el Papayo (PNCA) en especial al sr. José Cándido y los sres. La Chira y Alí García guardaparques del Coto de Caza (CCEA).

A mis amigos y amigas por su compañía, estima, apoyo y momentos de alegría brindados en mis días de trabajo en campo y escritorio.

ÍNDICE

Índice

5

Lista de Tablas..... ¡Error! Marcador no definido.

Lista de Figuras..... ¡Error! Marcador no definido.

Resumen..... ¡Error! Marcador no definido.

Abstract..... ¡Error! Marcador no definido.

1.

Introducción..... ¡Error! Marcador no definido.

2.

Metodología..... ¡Error! Marcador no definido.

2.1. Área de estudio..... ¡Error! Marcador no definido.

Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA)..... ¡Error! Marcador no definido.

El Coto de Caza el Angolo (CCA).....7

2.2 Métodos y Técnicas de trabajo.....8

2.2.1 Estaciones de muestreo.....9

2.2.2 Selección de los forófitos.....10

Protocolo para el análisis de pH de corteza (Método SOP).....	11
2.2.3 Cartografía de líquenes.....	12
2.3 Análisis de Datos.....	13
2.3.1 Índice de Pureza Atmosférica (IPA).....	14
3.4 Determinación de taxa.....	15
3. RESULTADOS.....	16
3.1 Selección de los forófitos.....	17
3.2 Composición de comunidad de líquenes.....	18
3.3 Índice de Pureza Atmosférica (IPA).....	19
3.4 Ubicación taxonómica de los taxas encontrados según la clasificación de Lumbsch & Huhndorf (2009).....	20
3.5 Descripción de taxones.....	21
4. DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
5. CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA	¡Error! Marcador no definido.
7. ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

En los últimos años, la calidad del aire se ha visto afectada debido al incremento en la emisión de compuestos tóxicos, que han aumentado su peligrosidad, lo que puede verse reflejado en efectos que se producen en algunos organismos vivos que, de esta manera, muestran las características y variaciones existentes en su ambiente. Esta información es de invaluable utilidad para la prevención y el control de la contaminación ambiental. (Gast 1984; Hawksworth et al., 2005).

En el presente estudio se registra el Índice de Pureza Atmosférica (IPA) de la zona sur del Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA) donde se logra estudiar 38 estaciones procurando que el único factor ecológico variable, entre las estaciones, fuese la contaminación atmosférica. Los forófitos elegidos fueron las especie *Terminalia valverde* “huarapo” y *Pisonia macranthocarpa* “pego-pego”. En cada estación se inventariaron un número no mayor de 10 forófitos y se tuvo en cuenta la composición de líquenes que cubrieron los troncos de los árboles entre las alturas de 1.20 cm hasta 1.70 cm del suelo. Los valores alcanzando los valores de 1,5 a 21,7. Se reporta la presencia de líquenes foliosos y crustosos en los troncos muestreados del PNCA.

Se encontraron un total treinta taxas distribuidos en 16 géneros, 12 familias y 2 taxas sin determinar. Adicionalmente, se presenta información y fotografías de los líquenes hallados en el estudio.

Palabras claves: Líquenes epífitos, Índice de Pureza Atmosféricas, calidad atmosférica, Parque Nacional Cerros de Amotape.

ABSTRACT

In recent years, air quality has been affected due to increased emissions of toxic compounds, which have increased their danger, which may be reflected in effects that occur in some living organisms; thus, reflect characteristics and variations in their environment. This information is invaluable utility for the prevention and control of environmental pollution. (Gast 1984, Hawksworth et al., 2005)

In the present study records the Index of Atmospheric Purity (IPA) in the southern Amotape Hills National Park (PNCA) (PNCA) study where 38 stations is achieved by ensuring that the only environmental factor variable between seasons, was air pollution. The species were chosen phorophytes *Terminalia valverde* "huarapo" and *Pisonia macranthocarpa* "pego-pego".

Inventoried at each station of no more than 10 phorophytes and takes into account the composition of lichen covered tree trunks between the heights of 1.20 cm to 1.70 cm of soil. Values reaching values of 1.5 to 21.7. We report the presence of crustose lichens on the trunks and sampled the PNCA.

We found out thirty taxa in 16 genera, 12 families and 2 taxa to be determined. Additionally, extensive information and photographs of lichens found in the study.

Keywords: epiphytic lichens, Atmospheric Purity Index, air quality, Amotape Hills National Park.

I. INTRODUCCIÓN

Hace más de dos mil años, Teofrasto, el padre de la botánica, acuñó el término "liquen" para designar el producto de las acciones de algún organismo desconocido en cortezas de árboles (Ozenda & Clauzade, 1970).

En el siglo XIX, los líquenes fueron considerados como los organismos de forma individual y reconocible. (Ozenda & Clauzade *op. cit.*). Esto fue hasta que Schwender en 1869 reconoció su naturaleza simbiótica, un organismos compuesto por dos organismos diferentes.

Los líquenes son comúnmente utilizados como biomonitores, bioacumuladores o bioindicadores (Rubiano 1988; Geiser *et al.*, 1994; Ariño Vila *et al.*, 1997, Pignata 1998; Loppi *et al.*, 1998; Calatayud Lorente & Sanz Sánchez 2000; Van Dobben *et al.* 2001; Nimis & Purvis 2002; Loppi *et al.* 2002; Brunialti & Giordani 2003; Ferretti *et al.* 2004; Loppi *et al.* 2004 y Santoni & Lijteroff 2006).

Gran parte de los trabajos de biomonitorio con líquenes, se basan en el estudio de la variación de la frecuencia de los mismos para establecer escalas de sensibilidad a la contaminación. El primer trabajo de este tipo fue realizado por Hawksworth y Rose, quienes en 1970 estudiaron las variaciones de la biota líquénica y las concentraciones de dióxido de azufre acumulado en los talos líquénicos en Inglaterra y Gales. Actualmente se conoce que, además del dióxido de azufre, una amplia gama de otros compuestos (amoníaco, fluoruros, el polvo alcalino, metales y metales radioactivos y los hidrocarburos clorados), así como la eutrofización y la lluvia ácida, pueden ser detectados y monitorizados utilizando líquenes. (Hawksworth *et al.* 2005)

El término *bioindicador* es usado para organismos que responden a los efectos de la contaminación cambiando sus funciones vitales o acumulando

contaminantes. Iserentant & De Sloover en 1976 se refieren a este término como: *“La proposición primera de la ecología, según la cual el ser vivo, organismo o comunidad, es un reflejo fiel del medio en el que crece y se desarrolla. La observación de un ser vivo puede de esta forma ser un indicador de la calidad o de las características del medio”*. Hans Magnus Enzensberg en su famosa poesía, definió a los líquenes como: *“El más lento telegrama de la tierra”*. Posiblemente sea esta frase que mejor sintetiza las características que les conceden sus óptimas bondades como bioindicadores de la contaminación. (Aguilar C. 2008.) Se puede definir un organismo bioindicador, en su sentido amplio, como aquél cuyas funciones vitales se relacionan con efectos ambientales, tanto naturales como antropogénicos, de tal manera que pueden ser utilizados para señalar la presencia de alguno de estos factores. (Hawksworth *op.cit*).

En el uso común, los términos *"biomonitoreo"* y *"bioindicación"* son intercambiables, pero en la comunidad científica estos términos tienen significados más específicos. Bioindicadores evalúa cualitativamente las respuestas bióticas a la tensión ambiental (por ejemplo, la presencia de los líquenes, *Lecanora conizaeoides*, indica mala calidad del aire), mientras que biomonitores determinar cuantitativamente la respuesta (por ejemplo, las reducciones en el contenido de clorofila o la diversidad de líquenes indica la presencia y la gravedad de la contaminación del aire). En lo sucesivo, el término "bioindicador" se utiliza como un término colectivo para referirse a todos los términos relativos a la detección de las respuestas bióticas a la tensión ambiental. Dentro de este marco, hay tres funciones principales de bioindicadores: 1. para controlar el entorno (es decir, los cambios físicos y / o químico), 2. Para vigilar los procesos ecológicos, o 3. Para monitorear la biodiversidad (Holt & Miller, 2011).

La utilización de los líquenes como buenos bioindicadores de la evaluación de la calidad del aire es debido a sus características biológicas: carecen de raíz y de sistemas de conducción; dependen completamente de la atmósfera y del sustrato en el que viven para su metabolismo; no tienen estructuras selectivas o protectoras del medio externo (epidermis o cutícula) que actúen como barrera ante las sustancias del ambiente (por esto, los procesos de absorción de aerosoles y gases ocurren sobre toda la superficie de sus talos); no poseen mecanismos de eliminación de los contaminantes; son cosmopolitas, pero al mismo tiempo se desarrollan en ambientes con características bien definidas; son perennes, con crecimiento lento y gran longevidad (Santoni & Lijteroff *op.cit.*).

Finalmente, considerando unos miles de sustancias y factores para supervisar, los científicos ahora entienden que la biota por sí misma es la mejor profeta de como los ecosistemas responden a la perturbación o la presencia de un factor estrés. El uso de bioindicadores permite transmitir una imagen dinámica de la condición del entorno. Desde una perspectiva de gestión, los bioindicadores permiten analizar nuestras acciones en cuanto a qué es y no es biológicamente sostenible reconociendo así el impacto de las perturbaciones que se ejercen sobre el medio (Holt, E. A. *op cit.*).

El método del Índice de Pureza Atmosférica (IPA) permite evaluar la calidad del aire con líquenes, combinando el número de especies presentes en un sitio con la sensibilidad de éstas a ciertos contaminantes ambientales. La fórmula del IPA que utiliza la frecuencia como parámetro de bioindicación ha demostrado ser la más eficaz (Kricke & Loppi, 2002); además que aporta datos sobre la cobertura líquénica y la diversidad de especies (Calatayud & Sanz, 2000). Este índice puede ser también identificado en la bibliografía como “Lichen Biodiversity” (LB) (Ferretti *et. al.*, 2004)

El Parque Nacional Cerros de Amotape se encuentra en la zona norte del Perú, presenta una importante diversidad biológica de origen amazónico con especies de selva alta y baja, de los andes, de la vertiente occidental y del desierto costero, alberga en su territorio un extenso grupo de especies endémicas y otras en peligro de extinción (SERNANP. 2012).

En el presente trabajo se estudio la comunidad de líquenes epífitos presentes en la región sur del parque ubicada en el distrito de Lancones de la provincia de Sullana, en él existe una frecuente interacción con la población aledaña asentada en la zona de amortiguamiento del parque, acciones como el forrajeo del ganado vacuno y sus remanentes permite e incentiva la tala, quema y destrucción del bosque. Partiendo de la idea de que existe una relación entre las actividades antrópicas y el grado de calidad atmosférica de un lugar, se plantea el hecho de un posible proceso de contaminación de la atmósfera, sobre todo en las zonas aledañas a poblaciones rurales o urbanas pues el incremento de la población podría generar una mayor explotación de los recursos y del uso de las tierras que pertenecen al parque.

La hipótesis del presente trabajo es que en el área del Parque Nacional Cerros de Amotape (Zona Sur) presenta en la actualidad una buena calidad atmosférica por la presencia de líquenes epífitos del tipo fruticulosos, foliosos y crustosos. Se fijo como objetivo evaluar la Calidad atmosférica del Parque Nacional Cerros de Amotape (Zona Sur) mediante el uso de líquenes epífitos, aplicando el Índice de Pureza Atmosférica con ellos se podrá proporcionar el primer registro de la calidad atmosférica de la zona sur del Parque Nacional Cerros de Amotape y sentar una base de datos para la aplicación de formas de monitoreo a través del estudio de comunidades liquénicas.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

Para el desarrollo del proyecto las localidades muestreadas son representantes de una ecorregión de Bosque Seco Ecuatorial (Brack ,1986) y según la clasificación de las zonas de vida de Holdridge en Bosque muy Seco Tropical (bms- T) (ONERN, 1976) basándose en la cantidad de precipitación, evapotranspiración, especies vegetales y otras características.

La zona de estudio se encuentra dentro de la zona de vida Bosque muy seco tropical (bms- T). La precipitación característica está entre 500 – 1000 mm/año y su elevación varía entre los 700 – 1000 m, con una temperatura promedio de 24,8°C, la evapotranspiración es 2 a 4 veces el monto de la precipitación ubicándolo en la Provincia de humedad: Semiárido; de igual formación una estación húmeda en los meses de verano y con una estación seca en el resto del año, se observa que algunas especies pierden sus follaje durante la temporada seca. La vegetación dominante está dada por árboles de gran tamaño pertenecientes a la familia Bombacaceae, epífitos de la familia Bromeliaceae en especial *Tillandsia usneoides* de gran presencia y especies de cactáceas.

A continuación una breve reseña del área:

Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA)

El PNCA se ubica en las provincias de Tumbes y de Contralmirante Villar en el departamento de Tumbes y en la provincia de Sullana en Piura. Tanto en la propuesta del Gobierno Peruano, como en el reconocimiento de la UNESCO, se designaba al Parque Nacional Cerros de Amotape como zona núcleo y como zona de amortiguamiento al Coto de Caza El Angolo y al Bosque Nacional de Tumbes, categoría existente en ese momento y que luego pasó a ser la Zona Reservada de Tumbes. (SERNANP, 2012 y Wiki.sumaqueru 2012 y MINCETUR 2012)

El Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA), es núcleo de la Reserva de Biosfera del Noroeste (RBNO), que conforma junto con el Coto de Caza El Angolo (CCA) y a la Reserva Nacional de Tumbes (RNT), fue creado el año 1975 y tiene una extensión de 91300 ha; ocupa una gran área de la Cordillera de “Los Amotapes”. Las elevaciones entre las que se encuentra son 120 m en Rica Playa y los 1538 m en Cerro Campana siendo la más baja y la más alta respectivamente. Tres ríos principales atraviesan el área de la RBNO, estos son: el río Tumbes, el río Zarumilla y el río Chira (Leal y Linares 2005). Presentando a la margen derecha (lado este) el Bosque Tropical del Pacífico con toda su frondosa selva, la cual se asemeja a los bosques amazónicos. En su margen izquierda se encuentra el Bosque Seco Ecuatorial con su paisaje enigmático y sobrecogedor.

En el parque se distinguen las siguientes zonas de vida según el mapa ecológico del Perú (ONERN *op. cit.*): Bosque muy Seco-Tropical (bms-T), Monte Espinoso Tropical (mte-T), Bosque Seco-Premontano Tropical (bs-PT), Matorral Desértico- Premontano Tropical (md-PT), y Bosque Seco Tropical (bs-T).

El parque está en una zona de clima transicional entre el desértico de la costa peruana y el tropical sub-húmedo del Ecuador, más específicamente se encuentra en la provincia biogeográfica del bosque seco ecuatorial.

Los sectores que se evaluaron se exponen en la tabla 01.

Tabla 01. Zonas de muestreo

Sector	Coordenadas UTM (Huso 17)		Altitud (m.s.n.m)
El Checo	0543366	9527762	512
Guanábano	0545541	9528828	452
El Palto	0541101	9529164	816
Cabo Córdoba	0558157	9534086	451
Ceibo Mocho	0545706	9535390	562

Por no poder encontrar zonas adecuadas para el establecimiento de parcelas testigo dentro del área del PNCA, se busco un lugar cercano que contara con las mismas características de clima y topografía es así que se establecieron 9 estaciones testigo en el Coto de Caza el Angolo.

A continuación una breve reseña del área:

El Coto de Caza el Angolo (CCA)

El CCA; fue reconocido bajo Resolución Suprema N° 264-75-AG. 1 de julio de 1975. Su área se extiende a 65,000 ha. Se encuentra ubicado en las provincias de Sullana y Talara en el Departamento de Piura. Su rango altitudinal oscila entre 650 a 1300 m.s.n.m. (DarwinNet, 2012).

El paisaje del CCA se caracteriza por presentar tres unidades claramente distinguibles: sistemas de colinas altas, lomadas y valles amplios en algunas quebradas. Las colinas altas ocurren a lo largo de la cadena de los Amotape y alcanzan sus cotas en el Cerro Carrizal 1613 msnm. Las lomadas se ubican hacia ambos lados de la cordillera de los Amotape y oscilan en altitud entre los 500 y 800 msnm. Finalmente, las quebradas grandes poseen valles que pueden tener amplitudes de hasta casi 400 m. (Sitio Viejo o Madre de las Aguas) pero estando en promedio en el orden de 50 a 100 metros (DarwinNet, *op. cit.*).

Los sectores que se evaluaron se exponen en la tabla 02.

Tabla 02. Zonas de muestreo (Parcelas testigo)

Sector	Coordenadas UTM (Huso 17)		Altitud (m.s.n.m)
Las taloneras	0535272	9526410	629
La tranca Los Castillos	0535367	9527480	859
Corral Viejo	0535517	9530262	1101
Corral Huayuro	0534558	9530046	1095
Coche El Polo	0533082	9527652	1280
El Golpe	0533917	9526704	1004
Trayecto del Golpe al Venado	0534286	9526362	846
Desvío a la Mina	0534573	9526044	770
La Bocana (Taloneras)	0536627	9526224	551

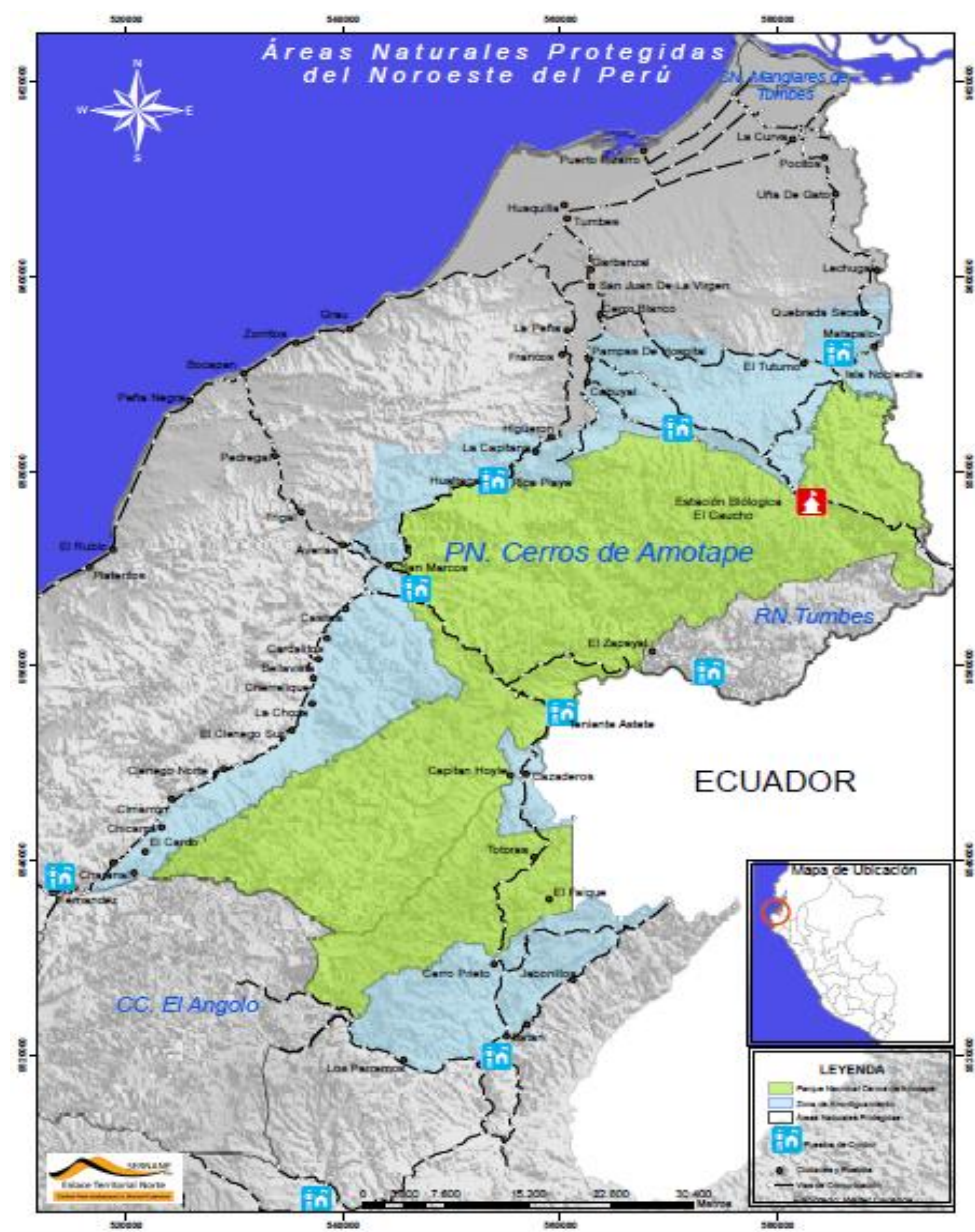


Figura 1 Mapa de las Áreas Naturales Protegidas del Noroeste del Perú. El territorio verde pálido demuestra la extensión del Parque Nacional Cerros de Amotape. (Cortesía de SERNANP, 2011)

2.2 Métodos y Técnicas de trabajo

Con el fin de que el único factor ecológico variable entre las diversas estaciones de muestreo sea la contaminación atmosférica se siguió una serie de pautas.

Las estaciones se situaron en zonas donde no habían verdaderos bosques (parches de bosque) ello fue para evitar que se crea un microambiente distinto. Se establecieron parcelas de 70m x 50m, en diferentes zonas ubicadas dentro del parque.

En el trabajo se buscaron áreas de descanso del ganado vacuno conocido como “rodeos” o zona de descanso y pastoreo del ganado vacuno, debido en que en ellas era posible la observación de actividades como tala, quema, forraje y deposición de las bostas del ganado.

Con una libreta de campo se tomaron datos adicionales de cada estación y con la ayuda de un GPS y cámara digital como fueron: altitud, coordenadas U.T.M., fecha de realización de los inventarios, listado de especies y su presencia en cada uno de los rectángulos que conforman la red de muestreo.

Se trató en lo posible de ceñirse al método desarrollado por LeBlanc & De Sloover (1970), en la elección de las estaciones de muestreo, la elección de los forófitos y la colecta de los datos y su análisis.

2.2.1 Estaciones de muestreo

Para la selección de las estaciones de muestreo se tomo en cuenta lo siguiente:

- a) Presencia de forófitos calificados portadores de líquenes.
- b) Tipificación de las actividades de la zona
- c) Condiciones ambientales.

2.2.2 Selección de los forófitos

Para la selección de los forófitos (sustratos para las comunidades líquénicas), se basó en los siguientes criterios:

- a) Adultos sanos, con un mínimo de entre 60 a 160 cm de perímetro.
- b) Individuos de corteza rugosa.
- c) Forófitos con pH similares
- d) Exclusión de árboles inclinados a más de 20° respecto a la perpendicular, no incluidos en formaciones arbóreas excesivamente cerradas, dañados, pintados y de corteza liza.

El parque posee una gran diversidad de especies de flora entre ellas hay 44 especies de árboles dominante. (SERNANP, 2012), las utilizadas para el presente estudio se limitó solo a las especies de *Terminalia valverde* “huarapo” y *Pisonia macranthocarpa* “pego-pego”, se descartaron los valores arrojados por las especies de, *Pithecellobium multiflorum* “angolo”, *Dictyoloma peruvianum* “barbasco”, *Zizyphus thyrsoiflora* “ébano”, *Acacia macracantha* “faique”, *Ocotea aurantiadora* “negrito”, *Eriotheca ruizii* “pasayo”.

Protocolo para el análisis de pH de corteza (Método SOP)

El pH indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución, es decir el grado de acidez que pueda existir. El pH de la corteza es importante no solo por el efecto que da a la distribución de los líquenes sino también por el efecto sinérgico con la contaminación, que necesita ser medido. Una característica importante para el uso de forófitos son los pH's de la corteza similares, por lo que se mide el pH de una solución que este en contacto con la corteza.

Procedimiento:

- Remover pedazos de corteza lo más delgados posible con ayuda de un cincel y secarlos a 45 °C por 1 día.
- Pesar 1.0 g y a cada trozo, en la cara interna colocar cera o parafina de un grosor uniforme con ayuda del pincel y pinzas.
- Colocar la corteza en los frascos herméticos de manera que la cara interna con la cera queden hacia arriba.
- Añadir 10 ml de KCl al 0.25 M, realizar una muestra duplicada con agua destilada, y dejar a una temperatura de 20°C por 6 horas.
- Dejar reposar al medio ambiente por el tiempo de 1 hora y realizar la medición del pH.

2.2.3 Cartografía de líquenes

La unidad de muestreo para el estudio se definió de la siguiente forma:

Se baso en un grupo de diez árboles preferentemente de la misma especie. En cada área de muestreo, se aplicó la metodología propuesta por la norma VDI-3799 (cartografía de líquenes) a cada forófito seleccionado. De acuerdo con esta norma, se utilizo una rejilla de relevamiento de líquenes, tal como se muestra en la figura 03. Una wincha para medir el DAP y una lupa de mano para observar con mayor facilidad a los líquenes.

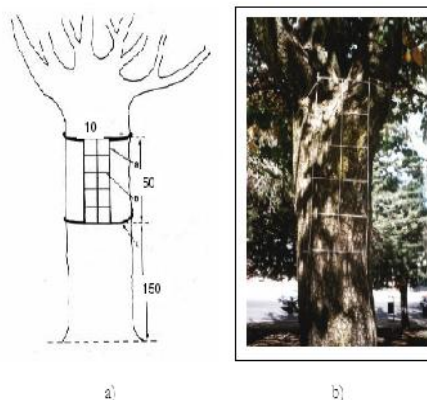


Figura 3 Dibujo esquemático de árbol de ensayo con rejilla de relevamiento de líquenes (a), según la norma VDI-3799. (b) Fotografía del árbol y rejilla. Extraído de Barreno & Pérez, 2003

La altura de muestreo se encuentra entre 1,20 m hasta 1,70 m. El área de inventario se delimita sobre un área de 20x50 cm, subdividida en 10 subcuadrantes y se contabilizó la frecuencia de aparición de cada especie, su cobertura y abundancia en 10 forófitos.

En los lugares en los que el número de árboles no llegaba a diez, los parámetros medidos dentro del método IAP fueron extrapolados a 10, utilizando una regla de tres simple, al equivalente de 10 árboles. (Barreno & Pérez *op. cit.*).

2.3 Análisis de Datos

2.3.1 Índice de Pureza Atmosférica (IPA)

Se hizo uso del método del "el Índice de Pureza Atmosférica" (I.P.A. o I.A.P.) (LeBlanc & DeSloover, 1970) que nos permite representar los datos de cada estación por un número único.

La fórmula está expresada por:

$$I.P.A = \sum_n^1 (Q * f) / 10$$

, donde n = número de especies de líquenes en 10 forófitos en cada área, Q = es el índice ecológico de cada especie y los valores de frecuencia f = (1-5).

La suma de Q*f se divide por 10 para obtener una cifra aceptable y pequeña.

El Índice medio ambiente para cada especie o Factor de tolerancia de la especie i (Q) que se determina analizando el número de especies acompañantes como promedio en todas las estaciones. El valor de Q resulta ser una constante para cada especie, en el área de investigación, siendo inversamente proporcional a la contaminación.

La escala de frecuencia varía según el porcentaje de cobertura de la especie (Daubenmire, 1968), a raíz de una estimación:

1 - especie se encuentra en uno o dos forófitos y tiene un valor de cobertura bajo (0- 25%), 2 -las especies se producen hasta en hasta cinco forófitos o tiene un valor de cobertura baja, 3 -especie se encuentra en un máximo de cinco forófitos y tiene un nivel de cobertura medio en algunos árboles (25,1-75%), 4 - especie se encuentra de entre 6 y 10 forófitos o tiene una cubierta de alto nivel en algunos árboles (75,1-100%) y 5 -las especies se encuentran entre ocho y 10 forófitos y tiene un nivel de cobertura alta en muchos forófitos.

LeBlanc & DeSloover (1970) establecieron cinco zonas de clasificación:

La Zona I comprende los valores de 1 a 5,5 corresponden a la zona muy contaminada, la zona II de 5.6 a 15.5 y zona III comprendida entre 15,6 a 35,5 se considera como una zona de transición, los zona IV de 35,6 a 75,5 corresponde a la zona normal, y valores por encima de 75,6 en la zona V, excelente.

3.4 Determinación de taxa

Con la descripción de las características macroscópicas, características microscópicas, reacciones químicas y literatura especializada se colecta la información necesaria para el corrido de claves y consulta a especialistas en la determinación de los especímenes.

Características macroscópicas. Son la clase de biotipo; el color del talo, presencia de isidios, papilas, cilios y rizinas; presencia o ausencia de cuerpos fructíferos. En los apotecios se describen la forma, el tamaño, el color y la posición en el talo.

Características microscópicas. En el talo son la presencia o ausencia de córtex y el tipo de fotobionte; en el ascoma son tipo de asca, número de ascosporas por asca, forma, tamaño, septación y color para la ascospora, y en la paráfisis son la septación y ramificación.

Reacciones químicas: Con reactivos Hipoclorito de Calcio (Ca), Hidróxido de Potasio (KOH 40%), según Córdoba (1975). Se emplearán claves y literatura especializada (Ramírez A. & Cano A. 2005; Sipman 2005; Lücking & Rivas Plata 2008), consultar a especialistas internacionales y nacionales (**Ángel Ramírez-Lima, Daniel Ramos-Arequipa**).

III. RESULTADOS

3.1 Selección de los forófitos

Los forófitos muestreados fueron un total de 8 especies arbóreas que luego fueron limitados al uso de tan sólo 2 especies. La elección de estos forófitos fue tomando en cuenta parámetros muy importantes según la probabilidad del posible liquen a colonizar. Es así que se precisa la necesidad de monitorear con mayor rigurosidad los árboles de *Terminalia Valverde* “huarapo” y *Pisonia macranthocarpa* “pego-pego”, por el hecho de compartir un pH similar de entre 5 y 5.5 según corresponde, por tener una corteza rugosa y por su frecuencia en ser encontrados en las áreas de trabajo. En el caso de la zona testigo se limitó al uso de *Terminalia valverde* “huarapo”.

Tabla N° 3 Valores de pH's de los forófitos muestreados.

Especie	Nombre científico	pH 1	pH 2	pH 3	pH4	pH T	pH Pr.
Faique	<i>Acacia macracantha</i>	5.0	5.0	5.0	5.0	7.0	5.0
Barbasco	<i>Dictyoloma peruvianum</i>	7.0	7.0	6.5	7.0	7.0	6.8
Pasayo	<i>Eriotheca ruizii</i>	5.5	6.0	6.0	6.0	7.0	5.8
Pego-pego	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	5.5	5.5	5.5	5.5	7.0	5.5
Ángolo	<i>Pithecellobium multiflorum</i>	5.5	5.5	5.5	5.5	7.0	5.5
Huarapo	<i>Terminalia valverdeae</i>	5.0	5.0	5.0	5.0	7.0	5.0
Negrito	<i>Ocotea aurantiodora</i>	5.5	6.0	6.0	6.0	7.0	5.8
Ébano	<i>Zizyphus thyrsoiflora</i>	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	6.0

3.2 Composición de comunidad de líquenes

Se reportan un total treinta taxas distribuidos en 16 géneros, 12 familias y 2 taxas sin determinar.

Las familias que representan el mayor número de taxones fueron Collemataceae (30%) con los géneros *Collema*, *Leptogium* y *Physma*, seguida Arthoniaceae (20%) con los géneros *Arthonia* y *Tylophoron*, Parmeliaceae (20%) con los géneros *Flavoparmelia* y *Parmotrema*, y Physciaceae (20%) con los géneros *Buellia* y *Physcia*. Los géneros con la mayor representatividad de las especies fueron *Physci* (13,3%), *Arthonia* (10%), *Lecanora* (10%) y *Bacidia* (10%).

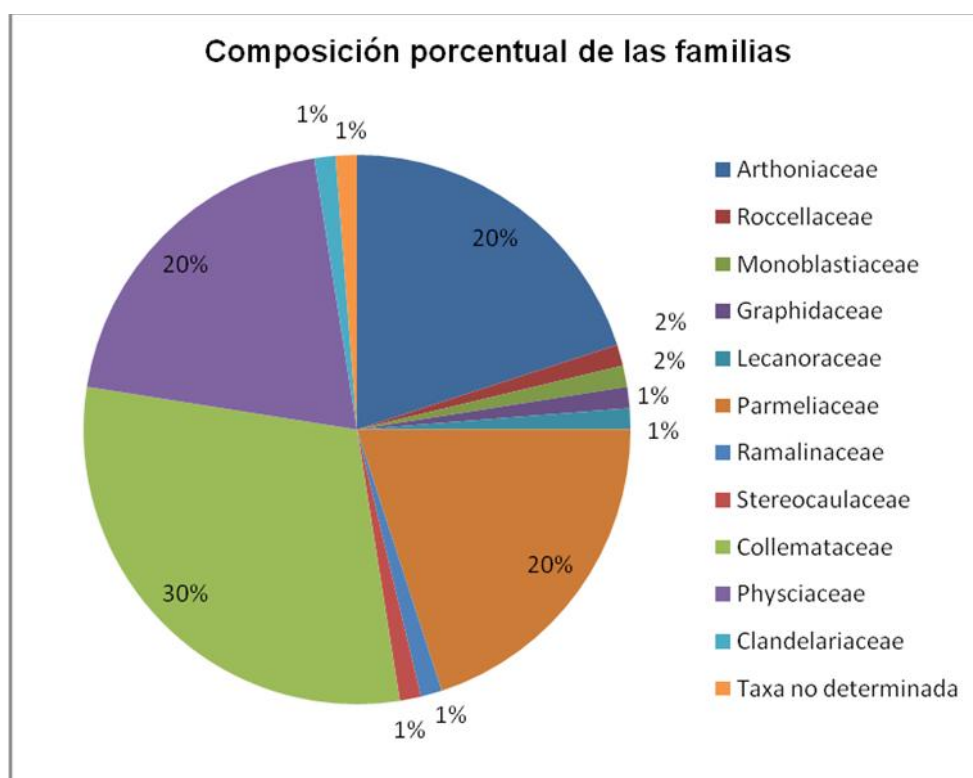


Figura 4 Composición porcentual de las familias reportadas en el presente estudio.

El 54% de los taxones descritos pertenecen al grupo morfológico costroso. El

resto 46% corresponde al grupo morfológico folioso, incorpora los talos del tipo gelatinoso, escuamuloso y micro-folioso.

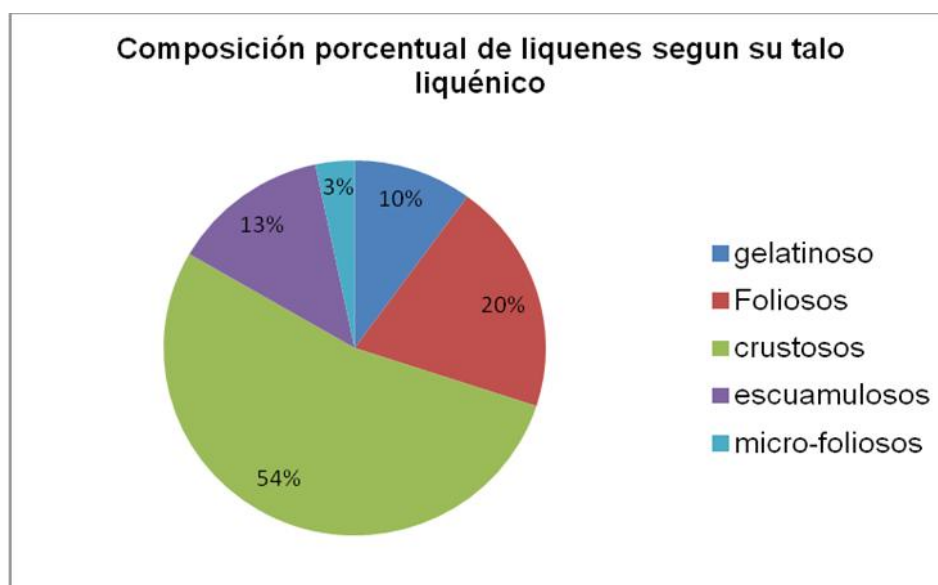


Figura 5 Composición porcentual de los grupos morfológicos crustosos y foliosos

Los géneros con la mayor representatividad de las especies fueron *Physcia*(13,3%), *Arthonia* (10%), *Lecanora* (10%) y *Bacidia* (10%).

Las especies más frecuentes fueron cf. *Anisomeridium* sp. encontrada en 30 estaciones, seguida por *Physcia* sp1 encontrada en 23 estaciones y *Opegrapha* sp. encontrada en 20 estaciones. Ver tabla n° 4.

Para mejor visualización en la distribución, frecuencia y abundancia de los líquenes epífitos trabajados se recomienda mirar la tabla n°6.

Tabla n° 4 Registro de los taxones encontrados extraídos de las estaciones de muestreo (PNCA-zona Sur y CCEA- zona Noroeste)

Taxa	Estaciones (E)																																						Tipo	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
<i>Arthonia</i> sp.													x							x							x													cr
<i>A.antillarum</i>																																		X	X				cr.	
<i>A. cinnabarina</i>																																			x				cr	
<i>Bacidia</i> sp. 1																										x								x	x				Squa.	
<i>Bacidia</i> sp.2																																			x				Scua.	
<i>Bacidia</i> sp.3									x						x				x	x		x	x				x					x			x				Scua.	
cf. <i>Anisomeridium</i> sp.	x		x						x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	Scua.	
<i>Buellia</i> sp.																		x	x	x						x	x		x				x		x					cr
<i>Candelaria concolor</i>							x	x									x																						microf	
<i>Collema</i> sp.				x	x	x	x			x								x	x	x	x	x												x	x				fo	
<i>Flavoparmelia</i> sp.	x														x	x	x																						fo	
<i>Graphis</i> sp.																																				x			cr	
Graphidaceae sp.1																																	x	x	x				cr	
Graphidaceae sp.2																																	x						cr.	
<i>Lecanora</i> sp.1											x															x	x							x	x				cr.	

E1-E5=El Checo, E6-E10=Cabo Córdoba, E11-E20=Ceibo Mocho, E21-E25= Guanábano, E26-E29= El Palto, E30-E38= CCEA, cr.= crustoso, fo.= folioso, microf.= microfolioso, squa.= escuamuloso.

Tabla n° 4 Registro de los taxones encontrados extraídos de las estaciones de muestreo (PNCA-zona Sur y CCEA- zona Noroeste)

Taxa	Estaciones (E)																																						Tipo	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
<i>Lecanora</i> sp.2																																		x		x			cr	
<i>Lecanora</i> sp.3																																		x			x		cr	
<i>Leptogium</i> sp.																															x		x			x			fo	
<i>Lepraria</i> sp.							x	x		x								x			x	x	x															x	Squa.	
Roccellaceae sp.																																			x		x			cr
<i>Opegrapha</i> sp.							x					x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x		x			x	x	x		x	cr	
<i>Parmotrema</i> cf. <i>massoni</i>																															x								fo	
<i>Physcia</i> sp.1		x	x	x		x	x	x	x	x	x					x	x				x	x	x			x		x		x	x		x		x		x		x	fo
<i>Physcia</i> sp.2				x		x	x	x			x						x			x	x		x	x							x	x		x	x	x			x	fo
<i>Physcia</i> sp.3								x	x	x	x																						x							fo
<i>Physcia</i> sp.4																						x																	fo	
<i>Physma</i> sp.		x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x					x	x	x		x					x									fo	
<i>Tylophoron</i> sp.																																x	x	x	x	x	x	x	x	cr
Ascomycota sp. 1																																	x	x	x		x	x		cr.
Ascomycota sp. 2																																					x			cr

E1-E5=El Checo, E6-E10=Cabo Córdoba, E11-E20=Ceibo Mocho, E21-E25= Guanábano, E26-E29= El Palto, E30-E38= CCEA, cr.= crustoso, fo.= folioso, microf.= microfolioso, scua.= escuamuloso.

3.3 Índice de Pureza Atmosférica (IPA)

El Índice de Pureza Atmosférica en las estaciones de muestreo varió entre el valor de 1,5 registrados en las estaciones E3 y E24 al valor de 21,7 registrado en la estación E34.

Los valores más bajos se registraron en las estaciones E1, E2, E3, E4, E23, E25 y E28 los valores más altos se registraron en las estaciones E32, E33 y E34.

Según LeBlanc & DeSloover (1970), las estaciones que tienen índices bajos, es decir, 1 a 5,5, representan las zonas más contaminadas, zona I de color anaranjado. Las localidades con índices de 5,6 a 15,5 constituyen la zona II, y 15,6 a 35,5 constituyen la zona III, en esta zona la vegetación epífita, aunque no exuberante, está relativamente bien representada se representan en color naranja y representan a una zona de transición.

Tabla n° 5 Valores de Índice de Pureza Atmosférica (IPA) del Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA)

Estaciones	Zonas de muestreo	I.P.A.	Clasificación
E1	El Checo	2.1	Zona muy contaminada
E2		2.66	Zona muy contaminada
E3		1.53	Zona muy contaminada
E4		2.12	Zona muy contaminada
E5		5.44	Zona muy contaminada
E6	Cabo Córdoba	11.45	Zona de transición
E7		10.64	Zona de transición
E8		8.94	Zona de transición
E9		8.38	Zona de transición
E10		5.55	Zona muy contaminada

Tabla n° 5 Valores de Índice de Pureza Atmosférica (IPA) del Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA)

Estaciones	Zonas de muestreo	I.P.A.	Clasificación
E11	Ceibo Mocho	4.89	Zona muy contaminada
E12		3.83	Zona muy contaminada
E13		8.31	Zona de transición
E14		4.39	Zona muy contaminada
E15		6.1	Zona de transición
E16		6.17	Zona de transición
E17		4.44	Zona muy contaminada
E18		6.23	Zona de transición
E19		8.94	Zona de transición
E20		11.77	Zona de transición

Tabla n° 5 Valores de Índice de Pureza Atmosférica (IPA) del Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA)

Estaciones	Zonas de muestreo	I.P.A.	Clasificación
E21	Guanábano	7.14	Zona de transición
E22		8.72	Zona de transición
E23		2.42	Zona muy contaminada
E24		1.52	Zona muy contaminada
E25		2.27	Zona muy contaminada
E26	El Palto	10.17	Zona de transición
E27		6.28	Zona de transición
E28		2.29	Zona muy contaminada
E29		4.4	Zona muy contaminada

Tabla n° 5 Valores de Índice de Pureza Atmosférica (IPA) del Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA)

Estaciones	Zonas de muestreo	I.P.A.	Clasificación
E30	CCA	9.1	Zona de transición
E31		9.63	Zona de transición
E32		21.18	Zona de transición
E33		19.47	Zona de transición
E34		21.72	Zona de transición
E35		12.26	Zona de transición
E36		8.11	Zona de transición
E37		2.67	Zona muy contaminada
E38		6.45	Zona de transición

Tabla n° 6 Valores de frecuencia, abundancia y distribución.

Taxa	Frecuencia	Abundancia	Zonas de estudio					
			El Checo	Cabo Córdoba	Ceibo Mochó	Guanábano	El Palto	CCA
Arthonia sp.	3	20			*		*	
Arthonia antillarum	8	56						*
Arthonia cinnabarina	1	1						*
Bacidia sp 1	9	39					*	*
Bacidia sp.2	1	5						*
Bacidia sp.3	16	41		*	*	*	*	*
cf. Anisomeridium sp.	93	163	*	*	*	*	*	*
Buellia sp.	23	71			*		*	*
Candelaria concolor	3	7		*	*			
Collema sp	18	62	*	*	*	*		*
Flavoparmelia sp	7	14	*		*			
Graphis sp	4	7						*
Graphidaceae sp.1	6	32						*
Graphidaceae sp. 2	1	1						*
Lecanora sp. 1	6	29			*		*	*
Lecanora sp. 2	4	9						*
Lecanora sp. 3	2	6						*
Leptogium sp	5	6						*
Lepraria sp	12	22		*	*		*	*
Rocellaceae sp.	5	15						*
Opegrapha sp.	65	256		*	*		*	*
Parmotrema cf. Massoni	1	3						*
Physcia sp. 1	46	156	*	*	*	*	*	*
Physcia sp. 2	30	79	*	*	*	*		*
Physcia sp. 3	7	38		*				*
Physcia sp. 4	1	10				*		
Physma sp	50	200	*	*	*	*	*	
Tylophoron sp.	55	244						*
Ascomycota sp. 1	13	60						*
Ascomycota sp. 2	1	3						*

Todas las especies reportadas en el presente estudio son el primer registro de líquenes de Bosque Seco (Prov. Sullana, distrito Lancones). A continuación se agrega la taxonomía una pequeña descripción y fotografías de los géneros encontrados además de una resumida clave para distinguir a nivel de familias.

3.4 Ubicación taxonómica de los taxas encontrados según la clasificación de Lumbsch & Huhndorf (2009)

Reino Fungi Bartling

Phylum Ascomycota Caval.-Sm.

Subphylum Pezizomycotina O. E. Erikss. & Winka

Clase Arthoniomycetes O. E. Erikss. & Winka

Orden Arthoniales Henssen ex D. Hawksw. & O. E. Erikss.

Familia Arthoniaceae Reichenb. ex Reichenb.

Género *Arthonia* Ach.

Especie *Arthonia* sp.

Especie *Arthonia antillarum* (Fée) Nyl., 1987

Especie *Arthonia cinnabarina* (DC.) Wallr

Género *Tylophoron* Nyl. Ex Stizenb.

Especie *Tyloporon* sp.

Familia Roccellaceae Chevall.

Roccellaceae sp.

Género *Opegrapha* Ach.

Especie *Opegrapha* sp.

Clase Eurotiomycetes Tehler ex O. E. Eriksson & K. Winka

Subclase Chaetothyriomycetidae Doweld

Orden Pyrenulales Fink ex D. Hawksw. & O. E. Erikss.

Familia Monoblastiaceae W. Watson

Género *Anisomeridium* (Muñ. Arg.) M. Choisy

Especie *Anisomeridium* sp.

Clase Lecanoromycetes O. E. Erikss. & Winka

Subclase Ostropomycetidae Reeb, Lutzoni & Cl. Roux

Orden Ostrales Nannf.

Familia Graphidaceae Dumort.

Graphidaceae sp. 1

Graphidaceae sp. 2

Género *Graphis* Adans.

Especie *Graphis* sp.

Subclase Lecanoromycetidae P. M. Kirk, P.F. Cannon, J.

C. David & Stalpers ex. Miadl., Lutzoni & Lumbsch

Orden Lecanorales Nannf

Familia Lecanoraceae Körb.

Género *Lecanora* Ach.

Especie *Lecanora* sp. 1

Especie *Lecanora* sp. 2

Especie *Lecanora* sp. 3

Familia Parmeliaceae Zenker

Género *Flavoparmelia* Hale

Especie *Flavoparmelia* sp.

Género *Parmotrema* A. Massal.

Especie *Parmotrema* cf. *massonii*

Familia Ramalinaceae C. Agardh

Género *Bacidia* De Not.

Especie *Bacidia* sp. 1

Especie *Bacidia* sp. 2

Especie *Bacidia* sp. 3

Familia Stereocaulaceae Chevall.

Género *Lepraria* Ach.

Especie *Lepraria* sp.

Familia Collemataceae Zenker.

Género *Collema* F. H. Wigg.

Especie *Collema* sp.

Género *Leptogium* (Ach.) Gray

Especie *Leptogium* sp.

Género *Physma* A. Massal.

Especie *Physma* sp.

Orden Teloschistales D. Hawksw. & O. E. Erikss.

Familia Physciaceae Zahlbr.

Género *Buellia* De Not.

Especie *Buellia* sp.

Género *Physcia* (Schreb.) Michaux

Especie *Physcia* sp. 1

Especie *Physcia* sp. 2

Especie *Physcia* sp. 3

Especie *Physcia* sp. 4

Clase Lecanoromycetes O. E. Erikss. & Winka

Orden Candelariales* Miadl, Lutzoni & Lumbsh

Familia Candelariaceae Hakul.

Género *Candelaria* A. Massal.

Especie *Candelaria concolor*

Ascomycota sp 1**

Ascomycota sp. 2**

*Orden de posición incierta en la Clase.

** Ejemplares de posición incierta

Clave propuesta para las Familias de los taxones registrados

Talo en forma de costra muy adheridos sobre el sustrato, sin estructuras u órganos de fijación, difícil de separar y suele colectarse con pequeños fragmentos del sustrato.....**Clave A: Líquen crustoso**

Talo de forma laminar, con lóbulos anchos u estrechos, no adheridos fuertemente al sustrato pueden colectarse con facilidad con o sin estructuras u órganos de fijación como cilios, rizinas y hapterios.....**Clave B: Liqueen folioso**

Clave A: Líquen crustoso

1. (a) Ascocarpos presentes como apotecios.....2

1. (b) Ascocarpos presentes como peritecios.....**F. Monoblastiaceae**

2. (a) Liqueen costroso con talo formado por estructuras conocidas como scuámulas, fragmentos dorsiventrales que tienden a levantarse del sustrato y apotecios del tipo biatorinos.....**F. Ramalinaceae**

2. (b) Liqueen costroso con talo de apariencia leprariode de color verde, sin apotecios.....**F. Stereocaulaceae**

3. (a) Liqueen con apotecios lecanorino.....**F. Lecanoraceae**

3. (b) Liqueen con apotecios no lecanorinos.....4

4. (a) Apotecio del tipo lecideíno con asca hialina y ascosporas de color marrón cuando maduras en número de 8 por asca.....**F. Physciaceae**
4. (b) Apotecios no lecideíno.....5
- 5 (a) Líquenes con ascomas apotecioides de formas variadas de bordes no diferenciados, apenas elevados sobre el talo, estrellados, oblongos hasta lireliformes.....**F. Arthoniaceae**
- 5 (b) Líquenes con apotecios en forma de pequeños granos de café o labios bien marcados pueden poseer pruina o no.....6
- 6 (a) Lirelas expuestas o cubiertas por el talo, con margen bien definido y o no carbonizados.....**F. Graphidaceae**
- 6 (b) Lirelas solitarias, con ascosporas marrones cuando maduras y multiseptadas.....**F. Roccellaceae**

Clave B: Líquen folioso

- 1 (a) Talo de tipo folioso o microfolioso.....2
- 1 (b) Talo de tipo gelatinoso.....**F. Collemataceae**
- 2 (a) Liqueen microfolioso con talo de color amarillo, envés de color blanco con rizinas como órganos de sujeción, talo heterómero.....**F. Candelariaceae**
- 2 (b) Liqueen folioso con talo de color verde o gris verdoso pero no de color amarillo.....3
- 3 (a) Liqueen folioso con lóbulos anchos con órganos de fijación como rizinas y cilios ambos presentes o ausente uno de ellos envés oscuro de tonalidades marrones.....**F. Parmeliaceae**
- 3 (b) Liqueen folioso con lóbulos estrechos y cortos sin cilios con rizinas simples con pruina o sin pruina, con soledios, isidios y apotecios lecanorinos cuando están presentes.....**F. Physciaceae**

3.5 Descripción de taxones

FAMILIA ARTHONIACEAE REICHENB. EX REICHENB. 1841

Género *Arthonia* Ach.

Talo de apariencia lisa de coloraciones claras, crustáceo e inmerso en el substrato. Ascomas en forma de lirelas a veces ramificados observándose con la apariencia de estrellas, de colores negro, amarillo-beige, rojizo y que puede presentar o no pruina, contienen varios lóculos multiascales; disco himenial plano o convexo, de color negro. Hamatecio compuesto por estructuras filiformes, hialinas. Ascosporas ovoides o elipsoidales, con septos transversales hialinas su número puede variar según el grado de madurez.

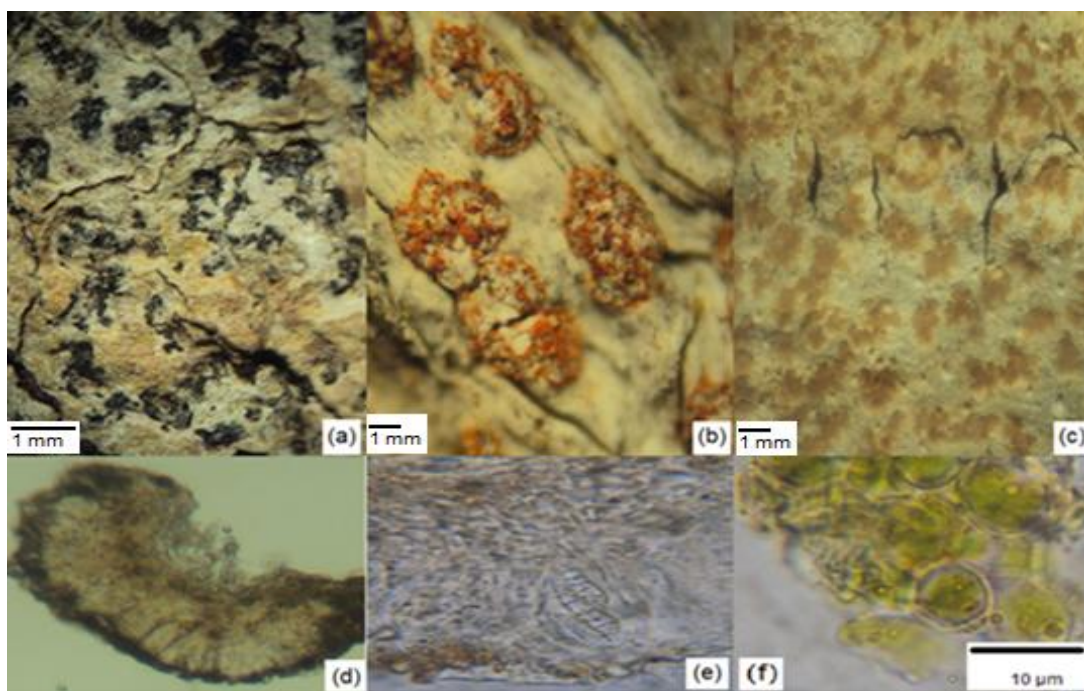


Figura 6 Familia Arthoniaceae. (a) *Arthonia* sp. 1, (b) *A. cinnabarina*, (c) *A. antillarum*, (d) Corte transversal de apotecio, (e) Asca hialina y ascosporas hialinas, (f) Clorobionte.

Arthonia cinnabarina(DC.) Wallr.

Talo crustoso liso y continuo, gris-blanquecino, sin cortex superior, sin pruina. Apotecios biatorinos, sésiles, márgenes provistos de pruina de tonalidades rojizas. Himenio hialino. Ascas hialinas, globulares a elipsoidales. Ascosporas hialinas, elipsoidales, simples con 1 a 4 septos; macrocefálicas, 8 ascosporas por asca. Hipotecio hialino. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas, sombreadas e intervenidas de Bosque Seco. Colectada a los 1200 m.s.n.m.

Arthonia antillarum (Fée) Nyl., 1987

Talo crustoso liso y continuo, blanquecino- crema, sin pruina. Apotecios lireliformes, sésiles, de márgenes irregulares de coloración beige o amarillento, sin pruina y ligeramente emergente. Himenio hialino. Ascas hialinas, globulares a elipsoidales. Ascosporas hialinas, elipsoidales, simples con 1 a 3 septos; submacrocefálicas, 8 ascosporas por asca. Hipotecio hialino. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas sombreadas, poco intervenidas de Bosque Seco. Colectada a los 800 a más 1 100 m.s.n.m.

Tylophoron sp.

Talo crustoso liso y continuo, de color blanco. Apotecios de color negro, globosos y biatorinos, ligeramente emergidos del talo. Ascoma presente el tipo macedio. Conidios baciliformes a subglobosos. Ascosporas dispuestas en una masa pulverulenta de coloración negruzca, ascosporas muy numerosas fuertemente pigmentadas elipsoidales y septadas. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas abiertas, poco intervenidas de Bosque Seco. Colectada a los 600 a 1 200 m.s.n.m

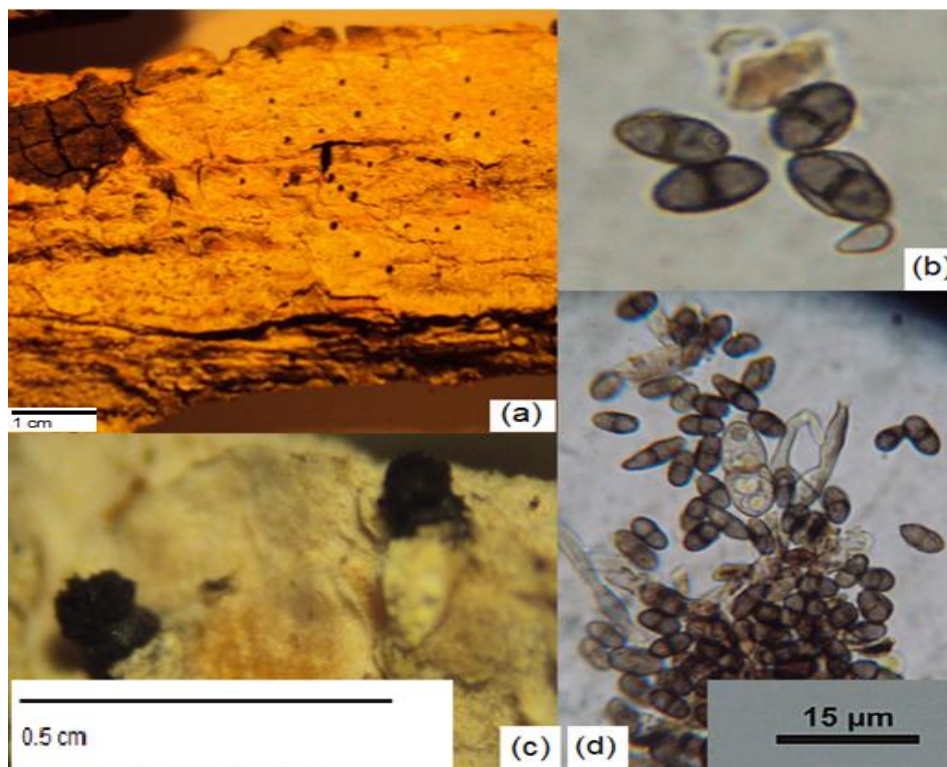


Figura 7 Familia Arthoniaceae. (a) *Tylophoron* sp., (c) ascomas, (b,d) ascosporas elipsoidales con un septo, pigmentadas.

FAMILIA ROCCELLACEAE CHEVALL. 1826

Opegrapha sp.

Talo crustoso liso y continuo, de color marrón claro mezclándose con el color de la corteza, margen negro fin definido. Apotecios en forma de lirelas, solitarias, negras, sésiles y emergentes. Himenio hialino. Ascas hialinas, globulares. Ascosporas hialinas a pardas, alargadas ahusadas, 1 a 3 septos, 8 ascosporas por asca. Fotobionte no observado. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas, intervenidas de Bosque Seco. Colectada a los 400 a 900 m.s.n.m

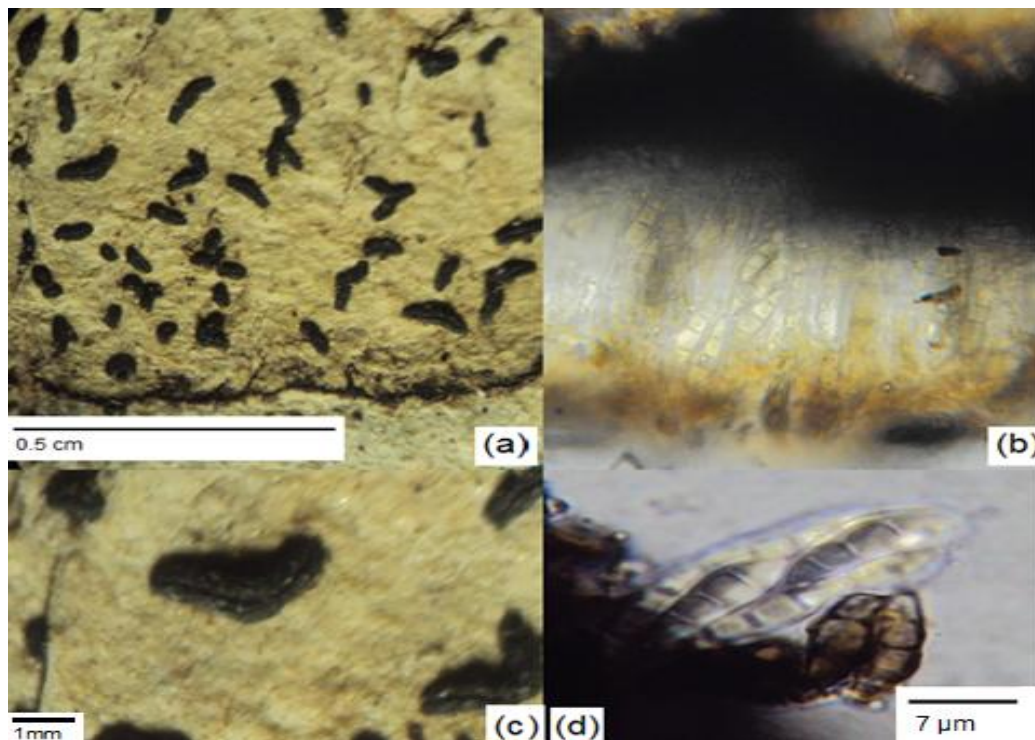


Figura 8 Familia Roccellaceae, (a) *Opegrapha* sp., (b) ascas y ascosporas; (c) apotecio lireliforme; (d) ascosporas septadas.

Roccellaceae sp

Talo crustoso, liso y continuo, de color gris, blanco a gris blanquecino, con margen difuso. Médula blanca. Apotecios en forma de lirelas dispersas sobre todo el talo, solitarias sésiles y emergentes, con pruina de color blanco. Himenio hialino. Paráfisis hialinas septadas sin ramificación terminal. Himenio hialino. Ascas hialinas alargadas con ápice redondeado. Ascosporas hialinas fusiformes estrechamente elipsoidales y multiseptadas 8-11 septos. Fotobionte no observado. Especie cortícola y epífita. Hallada en zonas abiertas poco intervenidas de Bosque Seco entre los 900 a 950 m.s.n.m.

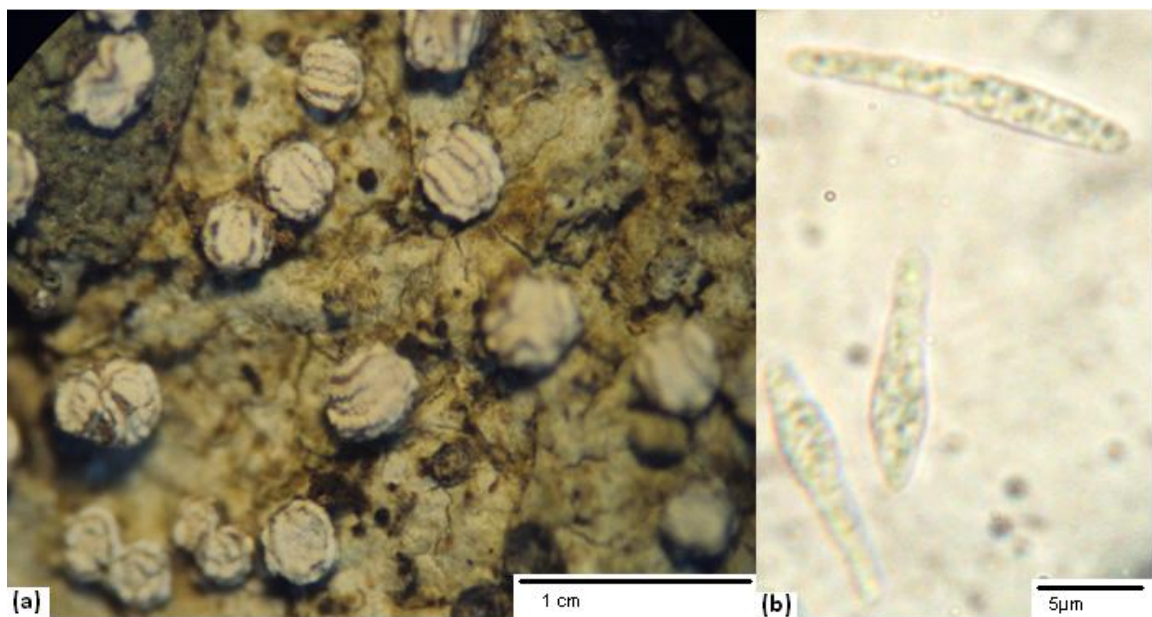


Figura 9 Familia Roccellaceae (a) Roccellaceae sp. Apotecios lirelifor­mes (b) Ascosporas hialinas fusiformes estrechamente elipsoidales y multiseptadas 8-11 septos.

FAMILIA MONOBLASTIACEAE W. WATSON

Género *Anisomeridium* (Muñ. Il. Arg.) M. Choisy

Es un género grande de más de 100 especies que tienen talos muy delgados con *Trentepohlia* como fotobionte, Peritecios negros, y ascosporas con 1-3 septos (Harris, 1995). Las paráfisis anastomosados, relativamente amplias, ascosporas ovoides, y la macroconidias incrustadas en una matriz gelatinosa.

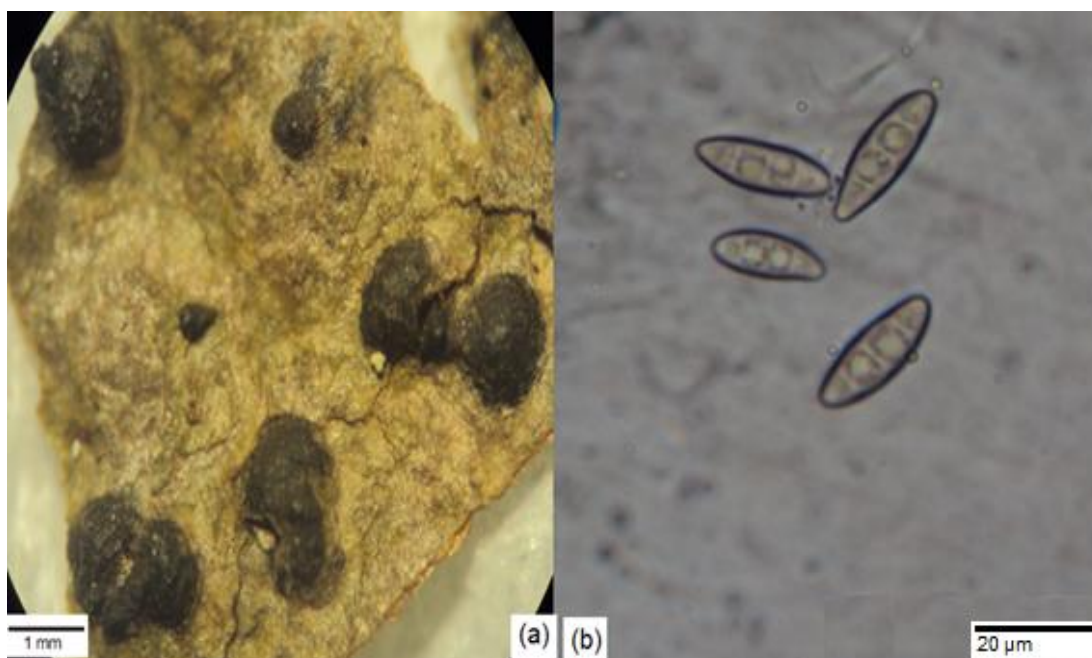


Figura 10 Familia Monoblastiaceae, (a) cf. *Anisomeridium* sp. (b) ascospora pigmentadas con 3 septos

cf. *Anisomeridium* sp.

Talo ecorticado e inmerso. Peritecios solitarios de color negro. Ascas hialinas globosas, ascosporas fusiformes y pigmentadas con 1 a 3 septos en número de 8 por cada asca. Fotobionte no observado. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas abiertas, iluminadas e intervenidas de Bosque Seco. Colectada entre los 400 a 800m.s.n.m.

FAMILIA GRAPHIDACEAE DUMORT. 1822

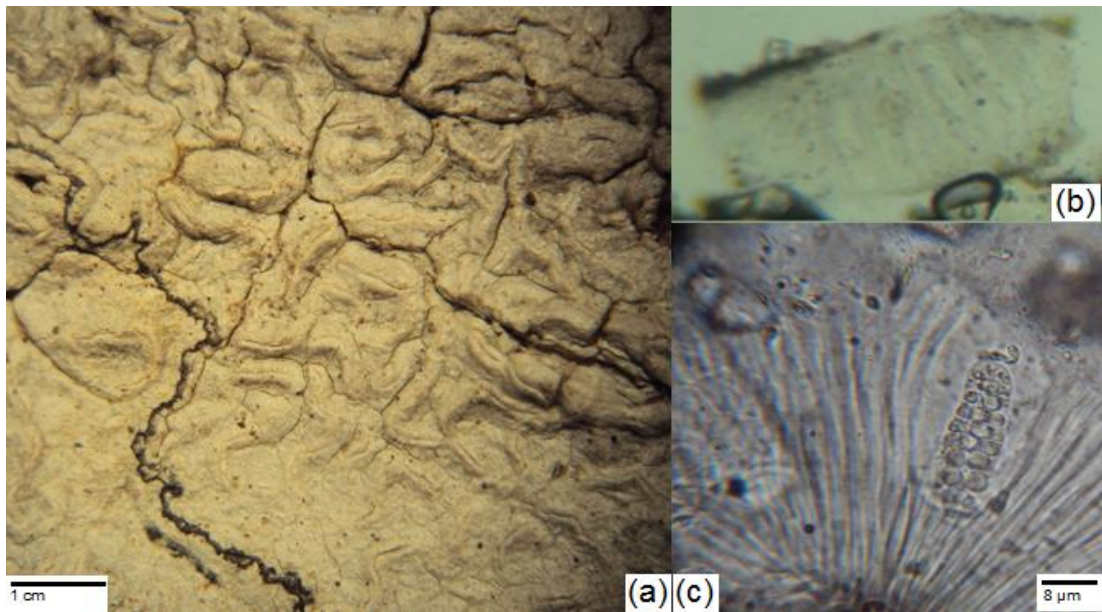


Figura 11 Familia Graphidaceae, (a) Graphidaceae sp. 1, (b) Corte transversal del apotecio, (c) Asca hialina y ascospora muriforme hialina.

Graphidaceae sp. 1

Talo crustoso rimoso-areolado, grisáceo, sin pruina, heterómero, médula blanca. Lirelas labriformes, alargadas y curvadas, inmersas, numerosas y presentes mayormente en la zona central del talo, márgenes no carbonizados, disco no visible. Himenio con paráfisis hialinas septadas, no ramificadas. Ascas hialinas globosas, de ápice redondeado. Ascosporas hialinas muriforme, con 9 septos transversales y 1 septo transversal. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas sombreadas, poco intervenidas de Bosque Seco. Colectada entre los 600 a 800 m.s.n.m

Género *Graphis* Adans.

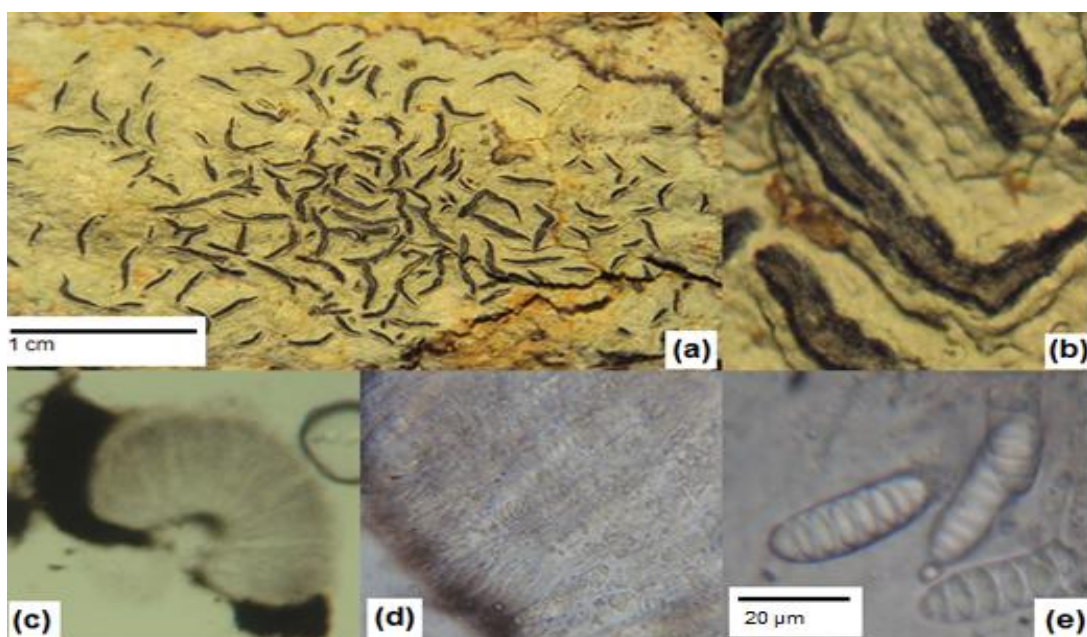


Figura 12 Familia Graphidaceae, (a) *Graphis* sp. (b) lirelas, (c) corte transversal del ascoma, (d) Ascospora alargada multiseptadas de 9-11 septos

Graphis sp.

Talo crustoso liso y continuo, verde claro, sin pruina, heterómero, con médula blanca. Lirelas alargadas lineares, curvadas sinusoidales, tienden a ramificarse, con labios inmersos y numerosos mayormente en el centro del talo. Disco no visible. Himenio hialino. Ascas hialinas ápice redondeado. Ascosporas hialinas y alargadas, 9 a 11 septos, 8 por asca. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas semi-abiertas, poco intervenidas de Bosque Seco. Colectada a los 900 m.s.n.m

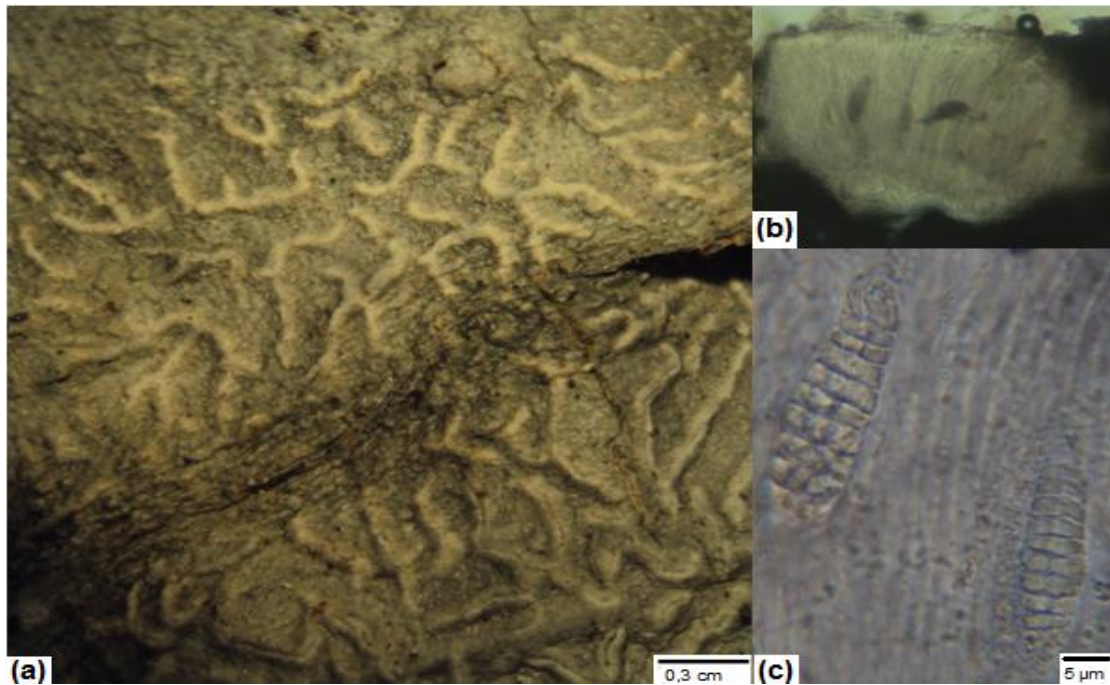


Figura 13 Familia Graphidaceae, (a) Graphidaceae sp. 2 (b) corte transversal del apotecio lireliforme (c) Ascosporas hialinas muriforme.

Graphidaceae sp. 2

Talo crustoso liso y continuo, de tonalidades gris - gris verdoso, sin pruina, heterómero, con médula blanca. Lirelas alargadas, rectas a curvadas sinusoidales, tienden a ramificarse, con labios inmersos a ligeramente sobresalientes, carbonizados en la zona interna. Disco no visible. Himenio hialino. Ascas hialinas globosas, ápice redondeado. Ascosporas hialinas muriforme y elipsoidal. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallado en zonas semi-abiertas y poco intervenidas de Bosque Seco colectado a los 1 000 ms.n.m.

FAMILIA LECANORACEAE KÖRB.1855

Género *Lecanora* Ach.

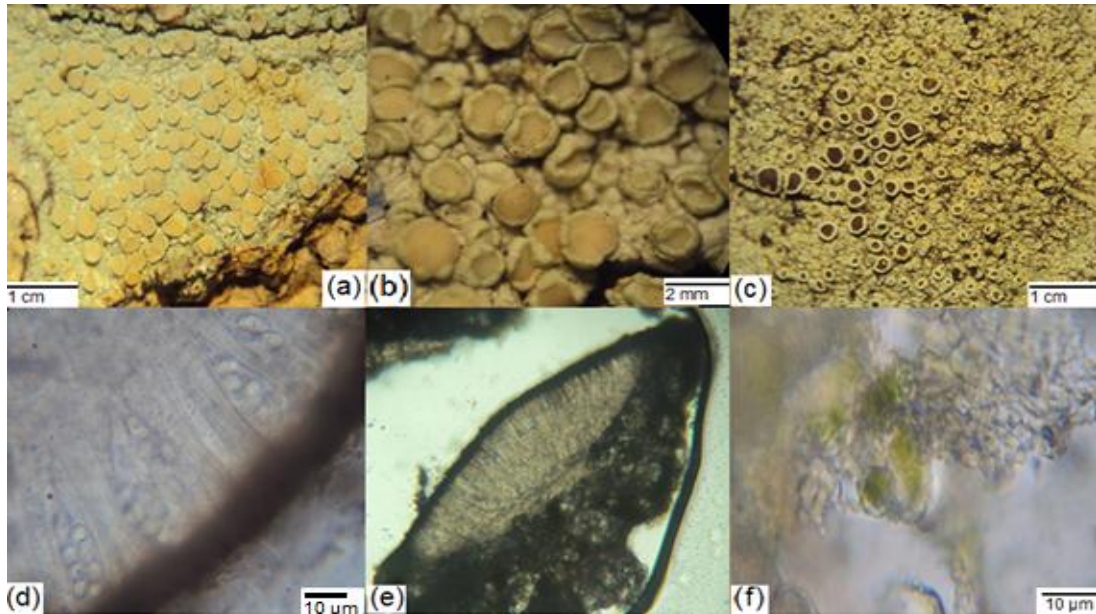


Figura 14 Familia Lecanoraceae (a) *Lecanora* sp. 1; (b) *Lecanora* sp. 2; (c) *Lecanora* sp.3; (d) Ascas hialinas y ascosporas simples hialinas y elipsoidales (e) corte transversal del apotecio, (f) clorobionte.

Lecanora sp. 1.

Talo crustoso y rimoso, verde claro, heterómero, médula blanca. Apotecios lecanorinos, sésiles algo inmersos por el talo, redondeados, disco plano ligeramente cóncavo en algunos, de color amarillento con un borde delgado del mismo color del talo. Himenio hialino. Ascas hialinas elipsoidales con ápice redondeado. Ascosporas hialinas, elipsoidales en número de 8 por asca. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas sombreadas del Bosque Seco entre los 400 a más de 600 m.s.n.m.

Lecanora sp. 2

Talo crustoso rimoso y aereolado, blanquecino a un gris muy claro, heterómero, médula blanca. Apotecios lecanorinos, de un margen prominente del mismo color del talo, sésiles, redondeados, disco plano a moderadamente cóncavo en algunos, de color beige dispuesto de manera uniforme por todo el talo. Himenio hialino. Ascas hialinas elipsoidales con ápice redondeado. Ascosporas hialinas, elipsoidales en número de 8 por asca. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas abiertas, poco intervenidas del Bosque Seco entre los 700 a más de 900 m.s.n.m.

Lecanora sp. 3

Talo crustoso granular con costras irregulares, blanquecino a gris verdoso claro, heterómero, medula blanca. Apotecio lecanorino y circular, sésiles de un margen delgado del mismo color del talo, disco plano, de color marrón y más concentrados en la parte central del talo. Himenio hialino. Ascosporas hialinas, elipsoidales con ápice redondeado, 8 ascosporas por asca. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola, hallada en zonas abiertas del Bosque Seco entre los 800 a 900 m.s.n.m.

FAMILIA PARMELIACEAE ZENKER 1827 (= ANZIACEAE M. SATO)

Flavoparmelia sp.

Liquen folioso, verde oliva y en la cara inferior coloración oscura de un marrón claro en el borde a tonalidades más oscuras en el centro. Talo sin cilios, presenta rizinas simples, después de un margen del borde de manera no uniforme sobre el sustrato. No se observó apotecio. Talo con córtex superior e inferior, heterómero con médula blanca. Talo K (-) amarillo fuerte, C (+) rojo. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas del Bosque Seco entre los 400 a 700 m.s.n.m.

Parmotrema cf. *massonii*

Liquen folioso, verde oliva a gris verdoso y en la cara inferior de coloración oscura y uniforme de color marrón claro a ligeramente blanquecino cerca a los bordes y oscuro en el centro. Talo con cilios que tienden a bifurcarse de color negro y de fácil observación en todo el borde. Presenta rizinas simples después de un margen del borde no muy uniforme en todo el sustrato. Talo con córtex superior e inferior. No se observó apotecio. Talo K (-) rosa, C(-) sin coloración. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas y zonas cerradas, poco intervenidas del Bosque Seco entre los 500 a 800 m.s.n.m.

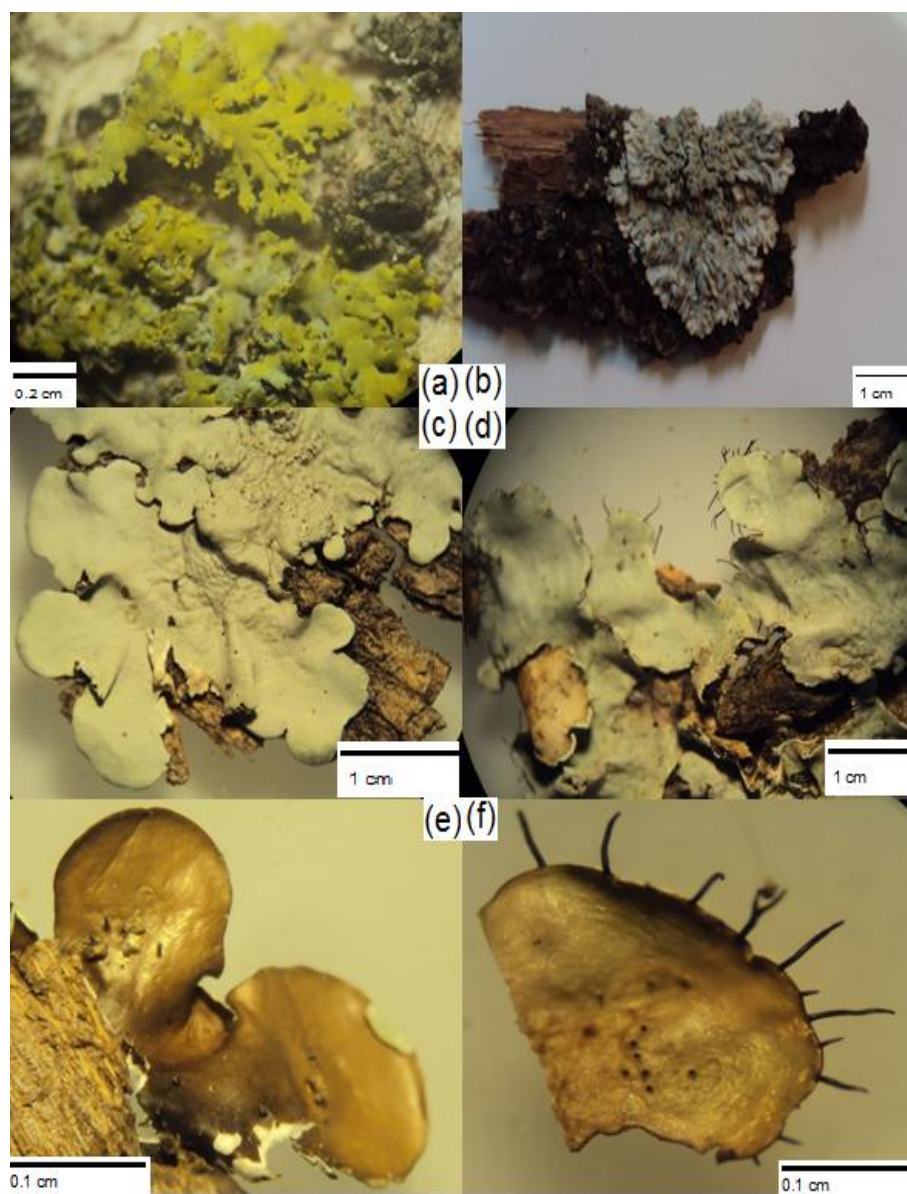


Figura 15 Familia Candelariaceae, (a) *Candelaria concolor*. Familia Parmeliaceae (b) *Physcia* sp. (c) *Flavoparmelia* sp., (d) *Parmotrema* sp., (e) lóbulo sin cilios, rizinas simple (*Flavoparmelia*), (f) lóbulo con cilios marginales (*Parmotrema*)

FAMILIA RAMALINACEAE C. AGARDH 1821

(= BACIDIACEAE W. WATSON)

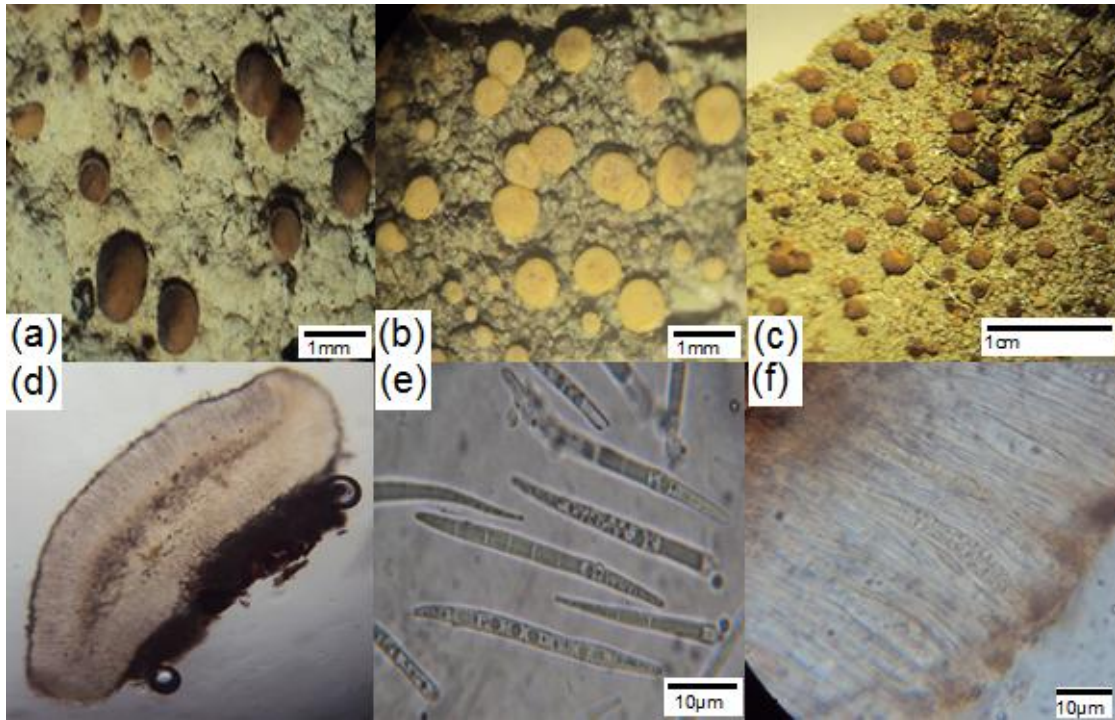


Figura 16 Familia Ramalinaceae. (a) *Bacidia* sp.1 (b) *Bacidia* sp. 2 (c) *Bacidia* sp.3 (d) Corte transversal de apotecio (e) Ascosporas hialinas y aciculares (f) Ascas y ascosporas hialinas

Bacidia sp. 1

Talo crustoso granular y continuo, blanquecino, heterómero, médula blanca. Apotecios biatorinos, sésiles, redondeados, cuando inmaduros se observan planos con un borde del mismo color del apotecio rosáceo y al madurar adquieren tonalidades oscuras y convexos, con pruina blanca. Himenio hialino. Ascas hialinas, ascosporas hialinas, aciculares con 7 – 11 septos, 8 ascosporas por asca. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas e intervenidas de Bosque seco entre los 300 a 600 m.s.n.m.

Bacidia sp. 2

Talo crustoso granular y continuo, verde claro a verde oscuro, heterómero, médula blanca. Apotecios biatorinos, sésiles, redondeados, convexos, con un borde claro el color del apotecio marrón, sin pruina. Himenio hialino. Ascas hialinas, ascosporas hialinas, aciculares con 7 – 11 septos, 8 ascosporas por asca. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas cerradas y poco intervenidas de Bosque Seco entre los 800 a 900 m.s.n.m.

Bacidia sp. 3

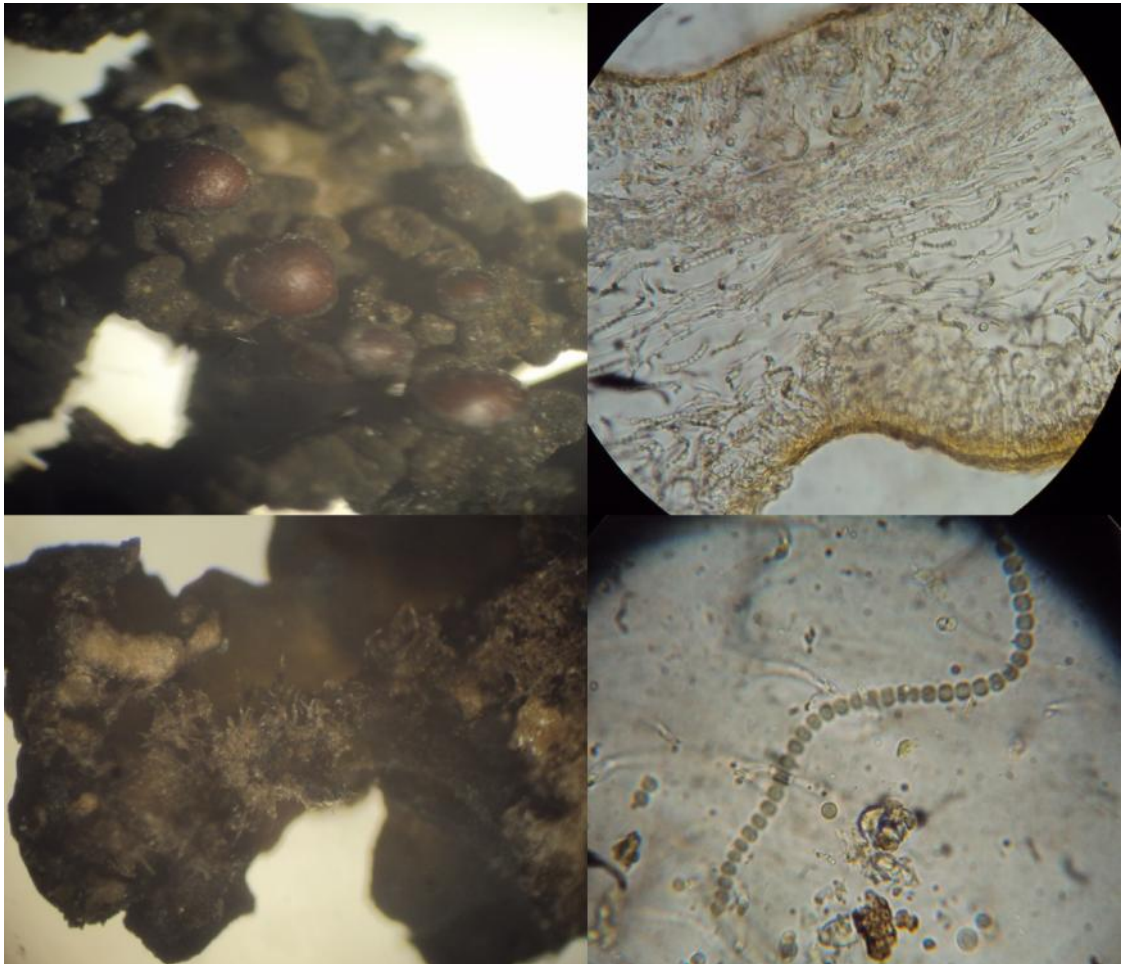
Talo crustoso granular, conformado por gránulos irregulares, gris verdoso a tonalidades mas oscuras, heterómero, médula blanca. Apotecios lecideinos prominentes de discos planos, de color amarillo intenso y margen grueso del mismo color, +/- discoidales y base constricta. Himenio hialino. Ascas hialinas, ascosporas hialinas estrechas y largas, aciculares con 7 – 11 septos, 8 ascosporas por asca. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas e intervenidas de Bosque seco entre los 300 a 1000 m.s.n.m.

FAMILIA STEREOCAULACEAE CHEVALL 1826

Género Lepraria Ach.

Talo crustoso, leprarioide, granular compuesto por escuámulas planas, apariencia a simple vista de un talo pulverulento sin margen o bordes definidos, con gránulos convexos, sin cortéx inferior. Talo continuo de coloración verde claro. Apotecios no observables. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola.

FAMILIA COLLEMATACEAE ZENKER 1827



Collema sp. 1

Liquen folioso y gelatinoso, talo de color negruzco, verde oliva a pardo oliváceo, homómero, sin córtex, cuando húmedo adquiere una contextura gelatinosa (pulposo), lóbulos estrechos dispuestos radialmente con un aspecto de pequeñas almohadillas. Con tomento en la cara inferior pero no continuo. Apotecio lecanorino de color rojo brillante y borde talino. Fotobionte *Nostoc*.

Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas e intervenidas de Bosque seco entre los 300 a 1 200 m.s.n.m.

Género *Leptogium* (Ach.) Gray

Liquen folioso y gelatinoso, talo de color gris-azulino, homómero, con córtex del tipo paraplentenquima uniestratificado, lóbulos amplios, ramificación corta e irregular, talo de contextura gelatinosa cuando húmedo pero menos pulposa que el género *Collema*, talo ligeramente adherido al sustrato en el centro y libre en los bordes. No se observó apotecios, pero cuando presentes del tipo biatorino. No se observó tomento. Especie epífita y cortícola. Fotobionte *Nostoc*. Hallada en zonas abiertas y poco intervenidas de Bosque seco entre los 1 000 a 1 200m.s.n.m.

Género *Physma* A. Massal

Liquen folioso y gelatinoso, talo de superficie lisa de color oliváceo, pardo o gris parduzco, sin pruina, homómero con córtex del tipo paraplentenquima uniestratificada. Lóbulos alargados, oblongos, con márgenes un poco engrosados. Talo de contextura gelatinosa cuando húmedo de igual consistencia que el género *Leptogium*, Superficie inferior con rizinas. Apotecios del tipo lecanorino, sésiles, con disco plano de color marrón rojizo. Ascas hialinas alargadas con ápice redondo, ascosporas simples elipsoidales, hialinas. Especie epífita y cortícola. Fotobionte *Nostoc*. Hallado entre en zonas abierta e intervenidas del Bosque Seco entre los 350 a 900 m.s.n.m.

FAMILIA PHYSCIACEAE ZAHLBR. 1898 (= CALICIACEAE CHEVALL.)

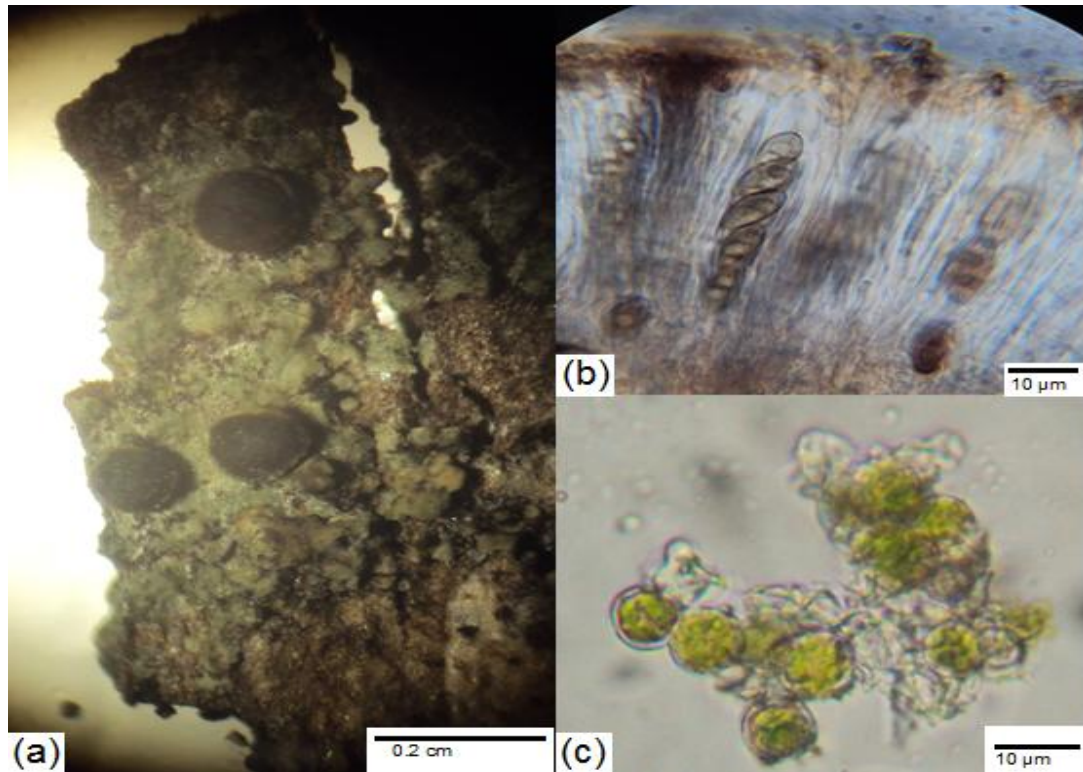


Figura 17 Familia Physciaceae (a) *Buellia* sp. (b) Ascas hialinas, ascosporas marrones elípticas 1 septo (c) Clorobionte.

Buellia sp.

Talo crustoso – granular, formado por costras irregulares sobre todo el sustrato mayormente continuo. Apotecios del tipo lecideíno con un margen muy delgado sin pruina y dispuestos sobre todo el talo. Talo heterómero, médula blanca. Himeneo hialino. Ascas hialinas alargadas cilíndricas tienden a ser un poco globosas y con ápice redondeado. Ascosporas marrones elípticas, 8 ascosporas por asca, 1 septo. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallado en zonas abierta e intervenidas de Bosque Seco entre los 400 a 800 m.s.n.m.

Physcia sp.

Liquen folioso, de tamaño pequeño, talo liso, de colores blanco grisáceo a verde. Talo heterómero. Lóbulos estrechos en roseta, dispuestos en forma radial, adheridos al sustrato gracias a rizinas simples a ramificadas de color pardo, cara inferior del talo de tonalidades claras a oscuras. Pueden presentar sorelios dispersos en todo el talo. No se observó apotecios. Fotobionte clorobionte. Epifito y cortícola

FAMILIA CANDELARIACEAE HAKUL. 1954

Candelaria concolor (Dicks.) Arnold

Liquen folioso y diminuto. Talo de coloración amarilla, heterómero y soreliado, Médula blanca, los soralios son granulosos y de color amarillo. Lóbulos muy estrechos y finamente divididos, puede observarse con mayor claridad con ayuda de una lupa. Cara inferior blanca, con rizinas simples y blancas. No se observó apotecios. Fotobionte clorobionte. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas e intervenidas del Bosque Seco entre los 400 a 600 m.s.n.m.

Taxones no determinados

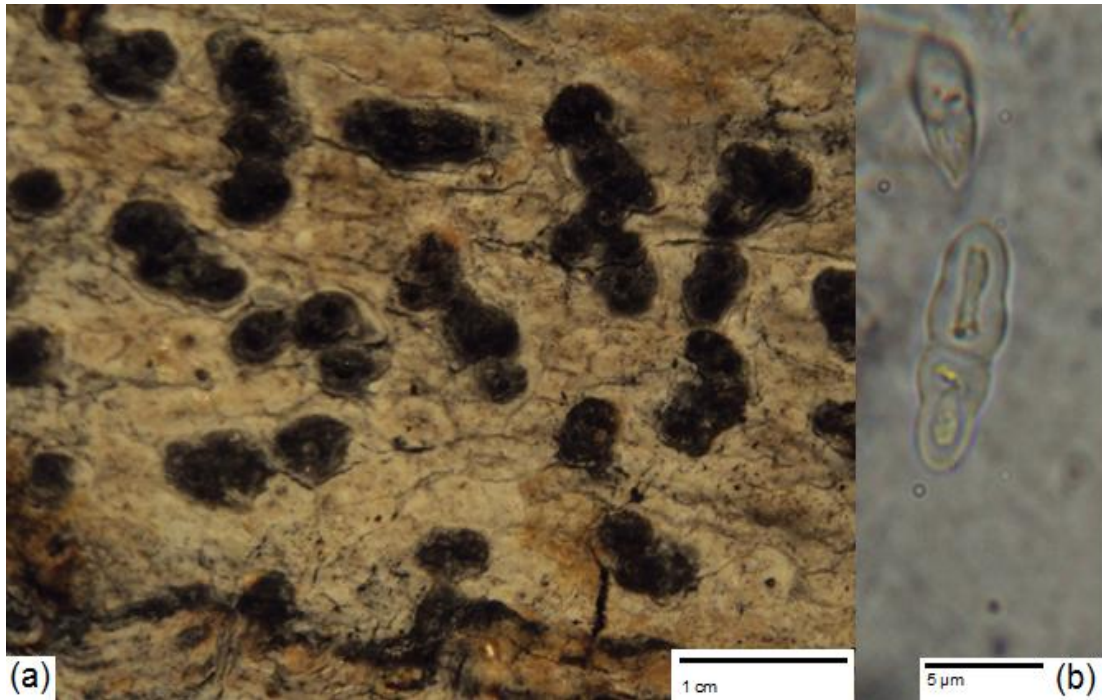


Figura 16 Taxón no determinado (a) Ascomycota sp. 1 (b) Ascospora hialina elipsoidal de pared delgada con constricción 1 septo

Ascomycota sp. 1

Talo crustoso, liso generalmente continuo de color blanco con margen no definido. Peritecios convexos algo emergentes de color negro con un ostiolo, dispersos de manera uniforme por todo el talo, con pruina blanca. Médula blanca Himeneo hialino. Paráfisis hialinas sin tabiques, sin ramificación. Ascas hialinas alargadas con ápices redondeados. Ascosporas hialinas de pared delgada elipsoide con constricción, 1 septo. Fotobionte no observado. Especie epífita y cortícola. Hallada en zonas abiertas poco intervenidas del Bosque Seco entre los 850 a 950 m.s.n.m

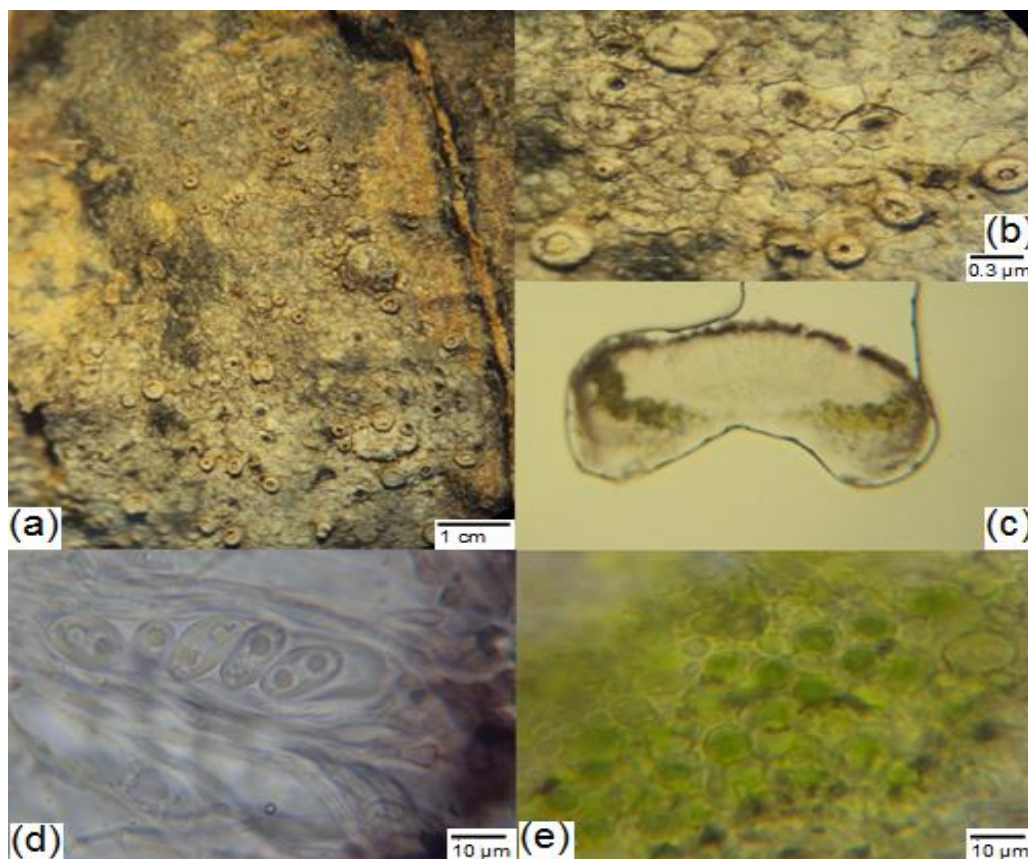


Figura 17 Taxón sin determinar (a) Ascomycota sp. 2, (b) Ascomas lecanorinos, (c) Corte transversal del apotecio, (d) Ascas hialinas globosas a clavadas con ascosporas hialinas polariloculares con 1 septo, (e) Clorobionte.

Ascomycota sp. 2

Talo crustoso, liso y de borde marcado alrededor de él cilios proyectados hacia fuera, alargados y ramificados fuertemente adheridos al sustrato. Talo de color verde grisáceo de tonalidades claras. Apotecios lecanorinos con margen talino, poco numerosos dispuestos generalmente en el centro del talo, poseen un borde grueso del mismo color del talo, disco plano a ligeramente convexo de

color marrón oscuro con pruina blanca. Médula blanca. Himenio hialino. Paráfisis hialinas y septadas, con ápices globulares y ramificados. Ascas hialinas globosas a clavadas con ápice redondeado, ascosporas hialinas polariloculares oblongo y con 1 septo, 8 ascosporas por asca. Fotobionte clorobionte. Especie cortícola y epífita. Hallada en zonas abiertas y poco intervenidas de Bosque Seco entre 900 a 950 m.s.n.m.

IV. DISCUSIÓN

Las asociaciones líquénicas resultan particularmente atractivas para ser utilizadas como bioindicadoras, ya que la longevidad, y el hecho de que obtienen la mayor parte de sus nutrientes de la atmósfera, no suele darse simultáneamente en otros seres vivos de comparable sensibilidad. Asimismo, algunos líquenes tienen requerimientos ecológicos restringidos o rangos de dispersión limitados. Estas particularidades hacen a los líquenes especialmente sensibles a los cambios del hábitat y del medio ambiente, lo que hace que sean ampliamente utilizados como biomonitores en diferentes ecosistemas (Hawksworth *op. cit.* 2005).

Se registra un total de treinta taxas distribuidos en 16 géneros, 12 familias y 2 taxas sin determinar. Los presentes líquenes son epífitos cortícolas distribuidos en zonas abiertas o parches de bosque en áreas intervenidas o parcialmente intervenidas del Bosque Seco entre los 350 a los 1 200 m.s.n.m.

En las especies encontradas se describieron características o aspectos externos para comprobar su mal o buen estado y no se observaron daños debidos a la contaminación, pues la coloración de su talo es normal como la describe la bibliografía, no presentan zonas de necrosadas, ni presentaron encogimiento de su superficie foliar. Existen daños internos que pueden afirmar o negar el buen estado de los ejemplares encontrados pero el presente trabajo no se dedico a dicha área de investigación.

Bermúdez De Castro *et. al.* (1990) señala; las alteraciones se traducen a nivel morfológico en variaciones de la estructura del talo, necrosis de tejidos, proliferación de soredios como formas de defensa frente a la contaminación, cambio de color y aparición de manchas blanquecinas, secreción de depósitos céreos, etc. A nivel estructural se observan plasmólisis celular y alteraciones en

los tilacoides. A nivel molecular las enzimas son inhibidas de forma irreversible por los metales pesados.

Otros autores afirman lo expresado:

Los líquenes a igual que otros organismos pueden verse afectados a exposiciones frente a diversos agentes contaminantes, los cuales producen serios daños al líquen: los incapacitan para realizar la fotosíntesis, debido a que daña la clorofila; decoloración de los talos y separación de estos del sustrato, la respiración celular en algunos casos se interrumpe, la fijación de nitrógeno y la transferencia de carbohidratos y nutrientes del alga (o cianobacteria) al hongo (Nimis, *s.f.*; Kett et al., *s.f.*; Canseco et al., 2006; Manrique et al. 1989; Calvo E. y Sanz M. 2000), lo que ocasiona la deformación de la estructura del talo y eventualmente causa la muerte (Lijteroff et al., 2009; Froehlich 2006; Sigal y Nash 1983).

La presencia o ausencia de líquenes en una región es un elemento natural importante que ofrece información acerca del estado de contaminación de la atmósfera (Méndez & Fournier, 1980; Grüniger & Velarde, 1985, Monge-Nájera 1999 y Méndez *et. al.* 2002?).

Este pensamiento si bien es cierto debe sin embargo valorar la composición de la comunidad de líquénica que existe en el espacio estudiado. De los líquenes reconocidos en este estudio se pueden agrupar por la forma del crecimiento del su talo líquénico en los tipos crustosos o crustáceos, considerados también los escumulosos, y filamentosos o foliáceos incluidos en este grupo los micro-foliosos y gelatinosos.

Cabrera & Jacobonde (2008) nos dicen que; no todos los líquenes son iguales y por lo tanto, no todos responderán del mismo modo a la contaminación. En este caso los líquenes más sensibles a la contaminación son los cortícolas, (aquellos que usan como sustrato la corteza de los árboles), esto se da porque

son los que dependerán casi exclusivamente de las condiciones aéreas para vivir. También es interesante saber que a mayor superficie expuesta, mayor será la absorción de agua y compuestos aéreos. Por lo tanto las formas fruticulosas se verán afectadas en primer lugar por tener una mayor absorción de contaminantes.

Así mismo Bermúdez *De Castro op cit.* indica, no todos los líquenes se ven afectados de igual forma por los contaminantes atmosféricos, sino que los fruticulosos son más sensibles que los foliáceos y éstos más que los crustáceos. Por ello, los primeros que desaparecen de las ciudades y polígonos industriales con las primeras alteraciones de la atmósfera son los fruticulosos, mientras que las especies más acidófilas aún se pueden encontrar como líquenes urbanos. Sin embargo, a causa de una contaminación persistente, en muchas ciudades como Madrid, París o Londres ha desaparecido todo vestigio liquénico.

Por lo tanto las comunidades cortícolas siguen una sucesión ecológica que se puede utilizar para evaluar la condición del aire, y fue fundamental en la elaboración del primer índice de calidad de aire DeSloover & LeBlanc en 1968

Lamentablemente en el presente estudio no se observaron en los troncos muestreados la presencia de líquenes fruticulosos que son los más sensibles a los cambios de la composición atmosférica en un lugar.

Los que sí se citan en éste trabajo son los líquenes foliosos incluidos los micro-foliosos y gelatinosos, considerados sensibles por presentar una superficie laminar más expuesta a la humedad atmosférica a diferencia de los crustáceos, y en muchas ocasiones presentan una serie de apéndices como cilios y rizinas que facilitan la captación de la humedad y también estas estructuras dejan espacios expuestos del córtex (capa protectora) en donde el ingreso de sustancias disueltas en la atmósfera pueden encontrar con una mayor facilidad al interior del liquen.

Es importante el reporte de los géneros *Physcia*, *Flavoparmelia*, *Parmotrema*, *Candelaria* y tres líquenes del tipo gelatinoso de los géneros *Physma*, *Collema* y *Leptogium*. La distribución de estos géneros sobre las áreas muestreadas fue variado, el género *Physcia* con sus cuatro especies descritas abarcaron todas las zonas muestradas, *Flavoparmelia*, *Parmotrema* y *Candelaria* fueron puntuales en su distribución localizándose solo en una zona de estudio, *Physma* se encontró en todas las estaciones muestreadas del PNCA pero no se reporta en el CCA, *Collema* se distribuye tanto en el PNCA como en el CCEA aunque su distribución. Finalmente el género *Leptogium* sólo se halló en el CCA.

Finalmente los talos del tipo escumulosos y crustosos fueron los más numerosos en cuanto el número y taxas reportadas, estos líquenes poseen un contacto más estrecho sobre el sustrato en donde crecen, es resaltante señalar que su distribución como grupo morfológico alcanza 33 estaciones compartidas entre el PNCA y el CCEA.

La disminución en la calidad del aire va ligada a la reducción y a la desaparición de los grupos de líquenes más sensibles y a la dominancia de los más resistentes. Las comunidades se van empobreciendo y pasan a estar constituidas por unos pocos grupos de especies liquénicas. (Lijteroff et al., 2009). La "sensibilidad" de una especie es una propiedad heterogénea que viene influida por su fisiología frente a los contaminantes, por su comportamiento ecológico ante otros factores abióticos y por sus relaciones de competencia con otras especies. No obstante, es útil caracterizar a las especies epífitas según el grado de "sensibilidad" que manifiestan en el campo que, desde luego, puede variar considerablemente de una región a otra. La sensibilidad de las especies puede deducirse a partir de las frecuencias, las distribuciones, y las variaciones de abundancia. Cuanto más sensible sea una especie, menor será su frecuencia, más periférica su distribución y más

acentuadas sus variaciones de abundancia. Sólo algunas especies exhiben pautas muy claras de variación cuantitativa como respuesta a la contaminación, pues la mayoría son demasiado raras o escasas (Roda F. 1979).

De todos estos grupos morfológicos reportados dependiendo de su distribución, frecuencia y abundancia podremos seleccionar aquellos que pueden ser para el PNCA especies sensibles y especies tolerantes a los cambios de la calidad atmosférica del área. Incluyendo también la morfología del líquen ya que su estructura condiciona también su sensibilidad como se ha expresado anteriormente.

A continuación se proponen algunos ejemplares a considerar:

Para los resultados obtenidos en el presente trabajo se propone considerar a *Collema* sp., *Physcia* sp. 2, *Bacidia* sp. 3 como especies sensibles. Estos dos ejemplares por tener valores de frecuencia y abundancia no muy altos. La distribución es amplia el parque excepto en la zona de “El Palto” donde no se han reportado ejemplares de *Collema* sp. y *Physcia* sp.2 y en la zona de “El Checo” ausencia de *Bacidia* sp. 3.

La distribución amplia en estos ejemplares podría deberse a que en las zonas muestreadas se ejercen iguales grados de perturbación ambiental y las mismas condiciones a nivel de micro-hábitats.

Los ejemplares de *Physcia* sp.1, cf. *Anisomeridium* sp. como especies tolerantes. Por sus valores de frecuencia y abundancia altos, y una amplia distribución en las zonas de trabajo parque y en las zonas que sirvieron de testigo.

Casos a ser considerados son *Physma* sp. y *Opegrapha* sp.

Physma sp. posee una frecuencia y el valor de abundancia altos, en cuanto su distribución es amplia en el parque pues se observó en todas las zonas de

trabajo. Podría considerarse una especie tolerante pero posee características fisiológicas que lo acercan más a ser considerado una especie sensible por ser un líquen gelatinoso.

Opegrapha sp. posee valores de frecuencia y abundancia muy altos pero al contrario su distribución no es muy amplia pues no se halló en las zonas de “El Checo” y “El Guanábano”, esto haría que se considere como una especie sensible sin embargo sus características fisiológicas permiten que pueda ser considerado como una especie tolerante por ser un líquen costroso.

Chaparro M. & J. Aguirre 2000?. Señalan que, es necesario recalcar que en cada región se deben calibrar sus bioindicadores, pues las condiciones ambientales pueden variar la indicación.

Se han comparado varios índices de diversidad usados para el estudio de los líquenes como indicadores de la calidad del aire, concluyendo que la sumatoria de las frecuencias de aparición de las especies en una superficie determinada era el que mejor se correlacionaba con las concentraciones de SO₂ y otros contaminantes del aire (Calatayud-Lorente y Sanz 2000, Kricke y Loppi 2002).

El IPA es un índice que permite valorar la calidad atmosférica de un lugar y su interpretación se basa en los trabajos hechos por Le Blanc y De Sloover en 1968. El IPA calculado en el sector “El Checo” presentaron los valores más bajos calificados entre 1.53 a 5.44 así como zonas muy contaminadas, ello indicaría que en dicho espacio existen factores que están modificando la calidad atmosférica de la zona. Cabe señalar que esta zona es la más cercana a los poblados de El Papayo y los Encuentros, existe una fuerte intervención del ganado vacuno proveniente de esas poblaciones y también se ejerce una tala ilegal.

En el resto de zonas muestreadas como “Cabo Córdoba”, “Ceibo Mocho”, “Guanábano” y “El Palto” los valores fueron variados oscilando desde valores

bajos como 1.52 hasta 11.77, intercalándose así estaciones donde se califican como zonas muy contaminadas a zonas en transición. Ésta última calificación convierte a esas estaciones en áreas muy vulnerables pues pueden caer en la calificación de zonas muy contaminadas si los factores que la están modificando siguen prolongándose o se acentúen.

Guanábano y El Palto son zonas cercanas a la zona de El Checo pero alcanzaron calificaciones de zonas de transición, sin embargo en ellos también se frecuentan las mismas actividades de tala e ingreso de ganado vacuno.

Cabo Córdoba es uno de los sectores más alejados y presenta un número menor de zonas de pastoreo y tala.

Ceibo Mocho es una de las zonas alejadas de los poblados sin embargo el ingreso de ganado vacuno es muy alto comparable a la zona de El Checo, logró alcanzar estaciones con calificación de zonas de transición.

La zona testigo presentó en promedio el IPA más alto llegando hasta el valor de 21.18 calificándose en zona de transición a excepción de la estación 37 que presento un valor bajo de 2.67.

En ninguna estación alcanzó un valor e $IPA=0$, zona de desierto liquénico.

Calatayud-Lorente y Sanz (2000) aclaran que para utilizar este tipo de escalas basadas en el cálculo del IPA, es necesario que se adapten para cada territorio, ya que la sensibilidad de las distintas especies puede ser diferente. Según estos autores, esta sensibilidad viene relacionada también con factores climáticos (los líquenes en estado seco son menos sensibles al SO_2) o corológicos (una especie en el extremo de su área de distribución puede ser más sensible que en una zona donde esté en su óptimo).

Si bien el IPA es uno de los índices más utilizados para valorar la calidad atmosférica de un lugar se deben recopilar otros datos de campo antes de dar

una conclusión sobre los valores obtenidos es así que se consideró tipificar las acciones que se ejecutan en el área, la cercanía de los focos de contaminación (poblados), las condiciones climáticas que se presentan de manera geográfica, recopilar información sobre la historia de accidentes que haya tenido el bosque (incendios forestales) y la comunidad liquénica encontrada (especies sensibles y tolerantes, grupos morfológicos). [Con todo ello en cuenta se puede señalar que la calidad atmosférica de la zona sur del parque nacional cerros de amotape es buena.](#)

Se concluye esto ya que las perturbaciones que se ejercen en el área se limitan al pastoreo de ganado vacuno de los poblados cercanos al área de conservación y cabezas de ganado que ingresan del Ecuador, no hay ingreso de vehículos en el interior del área y no se ejerce la agricultura en ella.

Se ejerce una tala selectiva de palo santo y algarrobo la cual es rigurosamente combatida y por lo tanto suelen ser rara.

La cercanía de los focos más grandes de contaminación son los poblados antes mencionados que se encuentran a 5 km fuera del área conservada.

El reporte de incendios forestales no se han registrado por lo menos no en la zona sur del parque, esto fue corroborado por los guardaparques del sector y por la jefatura.

En el VI Reunión Nacional de Clima y Calidad Ambiental realizado en España en el 2000. Se observó, que el valor de IPA aumenta con el número de especies, la superficie que cubren y el número de árboles colonizados.

Conversaciones con el liquenólogo Robert Lüking señala que:

El IPA va desde 0 (sin líquenes) hasta valores muy altos si muchos líquenes están presentes.

Hasta cierto grado se puede comparar el IPA entre estudios y aplicar la misma escala, pero la relación con calidad del ambiente depende también de la biota liquenica natural en el lugar. Si naturalmente el lugar soporta pocas especies (por ejemplo áreas muy secas), entonces el IPA nunca va a tomar valores altos y podría sugerir alguna perturbación, cuando en realidad no hay.

Entonces, para la interpretación de los datos, lo que hay que tener en cuenta son parámetros adicionales que caracterizan los sitios de colecta, es decir el grado y la naturaleza de perturbación. También es importante saber que arboles has muestreados y si todos son del mismo tamaño etc.

V. CONCLUSIONES

- En el presente estudio se registra un total de treinta taxas distribuidos en 16 géneros, 12 familias y 2 taxas sin determinar.
- El 54% pertenecen al grupo morfológico costroso. El resto 46% corresponde al grupo morfológico folioso, incorpora los talos del tipo gelatinoso, escumuloso y micro-folioso.
- El Índice de Pureza Atmosférica en las estaciones de muestreo varió entre el valor de 1,5 a 21,7. Donde cayeron en la clasificaron de zonas muy contaminadas y zonas de transición según los trabajos de Le Blanc y De Sloover (1968).
- No se reporta la presencia de líquenes fruticosos o fruticulosos en los troncos muestreados del PNCA
- Se reporta la presencia de líquenes foliosos y crustosos en los troncos muestreados del PNCA.
- No se halló el valor de IPA=0, no existiendo zonas de desierto liquénico.
- Se reporta tres especies de líquenes del tipo gelatinoso de los géneros *Physma*, *Collema* y *Leptogium*.

-Se resalta que la interpretación del IPA debe regularse según el área geográfica donde se utiliza y deben considerarse otros parámetros característicos del ambiente donde se trabaja (factores antrópicos y climáticos). Ello es muy importante en su interpretación final sobre la calidad atmosférica del lugar. Para utilizar este tipo de escalas basadas en el cálculo del IPA, es necesario que se adapten a cada territorio, ya que la relación con la calidad del ambiente depende también de la biota líquénica natural en el lugar.

-La calidad atmosférica de la zona sur del Parque Nacional Cerros de Amotape es buena.

- La sensibilidad de las especies se consideró a partir de sus frecuencias, distribuciones, y las variaciones de su abundancia. Se propone a *Collema* sp., *Phycia* sp. 2, como especies sensibles, como especies tolerantes a *Phycia* sp.1, cf. *Anisomeridium* sp.

VI. RECOMENDACIONES

- Incentivar el interés por el estudio de este grupo de organismos.
- Incrementar el inventario de líquenes epífitos (cortícolas, folícolas, saxícolas, terrestres, etc.) en el PNCA y áreas aledañas.
- Elaborar mapas sobre datos de cobertura, riqueza, abundancia y distribución de los líquenes que se distribuyen en el PNCA y áreas aledañas.
- Elaborar información básica sobre las perturbaciones o focos de contaminación que existen en el PNCA y sus alrededores.
- Comprobar los datos obtenidos en las estaciones a través de análisis de aire con ellos elaborar mapas de isolíneas correlacionando la presencia y ausencia de líquenes epífitos en el área. Permitirá apreciar la desaparición progresiva de las especies liquénicas si existen cambios en la calidad ambiental.
- Incrementar las investigaciones en temas de biodiversidad, biogeografía, fisiología, ecología, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gast, F. 1984. Populationsökologie und Rückstandswerte (Schwermetalle; Organohalogene) von Elster (Pica pica) zur Bewertung urbaner ökosysteme, Ph. D. Tesis, Universität des Saarlandes. Alemania.

Hawksworth D., T. Iturriaga y A. Crespo. 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. Venezuela. Rev. Iberoam. Micol 2005; 22: 71-82

Ozenda, P. & Clauzade, G. (1970). Les Lichenes, Masson & C., Paris

Rubiano L. J. (1988). Líquenes como indicadores de contaminación en el Complejo Industrial de Betania y la Termoeléctrica de Zipaquira, Cundinamarca. Acta Biol. Colombiana 1, 95-125.

Geiser L. H., Deer C. C. y Dillman K. L. (1994). Air quality monitoring on the Tongass National Forest. Methods and baselines using lichens. United States, Department of Agriculture – Forest Service, Alaska, 85 pp.

Ariño Vila X., Azuaya García T. y Gómez-Bolea A. (1997). Els líquens com a bioindicadors de la qualitat atmosfèrica: el cas de la vall de Fumanya (Cercs, Barcelona). Butll. Inst. Cat. Hist. Nat. 65, 5-13.

Pignata M. L. 1998. Studies on lichens and atmospheric pollution in Argentina. En: Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications (M. P. Marcelli y M. R. D. Seaward, Eds.). CETESB, Sao Paulo, 155-164.

Loppi S., Putorti E., Signorini C., Fommei S., Pirintsos S. A. y De Dominicis V. (1998). A retrospective study using epiphytic lichens as biomonitors of air quality: 1980 and 1996 (Tuscany, central Italy). *Acta Oecol.* 19, 405-408.

Calatayud Lorente V. y Sanz Sánchez M. J. (2000). Guía de líquenes epífitos. Ministerio de Medio Ambiente-Parques Nacionales, Serie Técnica, Madrid, 185 pp.

Van Dobben H. F., Wolterbeek H. Th., Wamelink G. W. W. y Ter Braak C. J. F. (2001). Relationship between epiphytic lichens, trace elements and gaseous atmospheric pollutants. *Environ. Pollut.* 112, 163-169.

Nimis P. L. y Purvis O. W. (2002). Monitoring lichens as indicators of pollution. En: Monitoring with lichens-Monitoring lichens (P. L. Nimis, C. Scheidegger y P. A. Wolseley, Eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 7-10.

Loppi S., Ivanov D. y Boccardi R. (2002a). Biodiversity of epiphytic lichens and air pollution in the town of Siena (Central Italy). *Environ. Pollut.* 116, 123-128.

Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrone D. y Piervittori R. (2002b). Identifying deviations from naturalness of lichen diversity for bioindications purposes. En: Monitoring with lichens-Monitoring lichens (P. L. Nimis, C. Scheidegger y P. A. Wolseley, Eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 281-284.

Brunialti G., Giordani P. (2003). Variability of lichen diversity in a climatically heterogeneous area (Liguria, NW Italy). *Lichenologist* 35, 55-69.

Ferretti M., Brambilla E., Brunialti G., Fornasier F., Mazzali C., Giordani P. y Nimis P. L. (2004). Reliability of different sampling densities for estimating and mapping lichen diversity in biomonitoring studies. *Environ. Pollut.* 127, 249-256.

Loppi S., Frati L., Paoli L., Bigagli V., Rossetti C., Bruscoli C. y Corsini A. (2004). Biodiversity of epiphytic lichens and heavy metal contents of *Flavoparmelia caperata* thalli as indicators of temporal variations of air pollution in the town of Montecatini Terme (central Italy). *Sci. Total Environ.* 326, 113-122.

Santoni C.S. & Lijteroff R. 2006. Evaluación de la Calidad del Aire mediante el uso de Bioindicadores en la Provincia de San Luis, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental.* 22.001: 49-58.

Aguilar C. 2008. Uso de los líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica por parte de estudiantes en trabajos de campo. Tesis para optar el grado de master en educación de ciencias. Universidad de Talca. Disponible en formato web: <http://es.scribd.com/doc/12275013/El-Sorprendente-Mundo-de-Los-Liquenes>.

Holt, E. A. & Miller, S. W. (2011) Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. *Nature Education Knowledge* 2 (2):8. Disponible en formato web: http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmentalimpacts16821310#NATEDOUTLINE_1

Kricke, R. y Loppi, S. 2002. Bioindication: the I.A.P. approach. In: Nimis, P.I., Scheidegger, C. y Wolseley, P.A. (eds.). *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens*, pp. 21-37. Nato Science Series. IV. Earth and Environmental Sciences, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

SERNANP 2012. Parque Nacional Cerros de Amotape. Disponible en formato web: <http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/zonaturismo.jsp?ID=13>

Brack, A. 1986. Las ecorregiones del Perú. *Boletín de Lima*, 44, 57 - 70.

ONERN 1976. *Mapa ecológico del Perú: Guía Explicativa*. Lima. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

http://wiki.sumaqperu.com/es/Parque_Nacional_Cerros_de_Amotape

MINCETUR 2012. Parque Nacional Cerros de Amotape. Inventario de Recursos Turísticos del Perú Disponible en formato web:
http://www.mincetur.gob.pe/turismo/OTROS/inventario%20turistico/Ficha.asp?cod_Ficha=404

DarwinNet: Información para la Conservación de los Bosques Secos de Perú y Ecuador: Coto De Caza El Angolo. Texto: INRENA. Visitado el 12 junio 2012.
http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=143%3A-coto-de-caza-el-angolo-&catid=43&Itemid=54

Leal, J. M. & R. Linares 2005. Los Bosques Secos de La Reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad Arbórea y Estado de Conservación. *Caldasia*, 27(2), 195 - 211.

Roda F. 1979. Epífitos y contaminación atmosférica en los alrededores de Sabadell (Catalunya).Rev.Mediterránea,3, pág. 23-68. España.

Lijteroff R., Lima L. y B. Prieri 2009. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina.

Calatayud-Lorente V. y Sanz Sánchez M. (2000). Guía de Líquenes Epífitos. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid, 185 pp.

Kricke R. y Loppi S. (2002). Bioindication: the I.A.P. approach. En: Monitoring with lichens-monitoring lichens (P.L. Nimis, C. Scheidegger y P.A. Wolseley, Eds.). NATO Science Series, Vol. 7, pp. 21-37.

LeBlanc y De Sloover. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Canadian Journal of Botany. Vol 48.1970

Barreno, E. & S. Pérez.2003. Los líquenes y El Medio. Consejería del medio ambiente. Ordenación del territorio e infraestructuras del principado de Asturias KRK ediciones.

Córdoba V.1975. Fisiología de las sustancias liquénicas. Sección V. Biología. Edit. Alhambra.S.A. España

Ramírez A. & A. Cano. 2005. Líquenes de Pueblo Libre, una localidad andina en la Cordillera Negra (Huaylas, Ancash, Perú). Rev.Peru.biol.12 (3):383-396(2005) Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Lima-Perú

Sipman H. 2005. Identification key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics PROVISIONAL VERSION. Disponible en formato digital:

<http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeya.htm>

Lücking & Rivas Plata 2008. Clave y Guía Ilustrada para Géneros de Graphidaceae. GLALIA. Rev. Electrónica del Grupo Latinoamericano de Liqueólogos. Julio 2008. Vol.1

Hawksworth D., T. Iturriaga & A. Crespo 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. Rev Iberoam Micol 2005; 22: 71-82. España.

Bermúdez De Castro F., A Müller & F. Schmitz. 1990. Líquenes fijadores de nitrógeno atmosférico. Rev. Ecología, Nº 4, 1990, pp. 131-141. ICONA. Madrid – España.

VI Reunión de Climatología Asociación de Geógrafos Españoles.2000. Clima y Calidad ambiental. Recop. A. Martí. España. Formato digital:

http://books.google.com.pe/books?id=hE5jqEbsoVwC&pg=PA58&lpg=PA58&dq=INDICE+DE+PUREZA+ATMOSFERICA+LIQUENES&source=bl&ots=40cD7aMCEY&sig=i_mb8orX3L3kGK9EI_WYv2CpMn4&hl=es&sa=X&ei=JEZUNCkNKrk0QHI44Ag&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=INDICE%20DE%20PUREZA%20ATMOSFERICA%20LIQUENES&f=false

Monge-Nágera, J. et al, Twenty years of lichen cover change in a tropical habitat (Costa Rica) and its relation with air pollution, p. 309, Rev. Biol. Trop. 50(1), 2002.

Méndez V., M. Rivas & J. Monge. 2002? Los líquenes como bioindicadores y su uso por parte de estudiantes para monitorear la contaminación atmosférica.

Cabrera S.; Giacobone G. 2008. Calidad de aire en la ciudad de Buenos Aires: Monitoreo de líquenes como bioindicadores de contaminación. Agencia de Protección Ambiental Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Argentina.

Calvo E. y Sanz M. 2000. Líquenes como bioindicadores de la calidad ambiental en el parque natural de la Font Roja (Alicante, España). Ecología N°, 14, 2000, pp. 103-115

Méndez V. et al 2000? Los líquenes como bioindicadores y su uso por parte de estudiantes para monitorear la contaminación atmosférica. Costa Rica.

Chaparro M. & J. Aguirre. 2000? Hongos liquenizados. Colombia. Formato digital:<http://books.google.com.pe/books?id=dzEVJL3DuZ8C&pg=PA98&lpg=PA98&dq=liquenes+sensibles&source=bl&ots=AA4pSIG2Rp&sig=1K0QPGy4h6UEWzIN6rhFvzdl7Eg&hl=es&sa=X&ei=AowZUPGJAqnl0QHT34GADw&ved=0CDsQ6AEwAw#v=onepage&q=liquenes%20sensibles&f=false>

Manrique, E., L. Redondo, E. Serriña & Izco J. 1989. Estimation of chlorophyll degradation into phaeohytn in *Anaptychia ciliaris* as a method to detect air pollution. *Lazaroa* 11:141-148.

Nimis, P. L. (s.f.) I licheni come bioindicatori dell 'inquinamento atmosferico. Italia, Dipartimento di Biologia, Università di Trieste. Recuperado de www.campus.unina.it/cms/download.jsp?id_contenuto=3528

Lijteroff, R., Lima, L. & Prieri, B. (2009). Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 25, 111-120.

Canseco, A., Anze, R. & Franken, M. (2006). Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aire en la ciudad de La Paz, Bolivia. *ACTA NOVA* 3, 286- 307. Recuperado de <http://www.ucbcba.edu.bo/Publicaciones/revistas/actanova/documentos/v3n2/v3.n2.Canseco.pdf>

Méndez, O. y L.A. Fournier. Los líquenes como indicadores de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de San José, Costa Rica. En *Revista de Biología Tropical*. Vol. 28 (1980): 31-39.

Monge-Nájera, J. Introducción al estudio de la naturaleza. Una visión desde el trópico. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia, San José, 1990.

Grüniger, W. y M. Velarde. Investigación de líquenes como indicadores de la contaminación y su aprovechamiento en la educación ambiental. En *Revista Científica*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Instituto de Investigaciones químicas y Biológicas, Universidad de Guatemala, Vol. 7.1 (1985): 34-41.